ISSN 0181-1576

CRYPTOGAMIE

ALGOLOGIE

TOME 13 Fascicule 1 1992



PUBLICATION TRIMESTRIELLE
AVEC LE CONCOURS DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

Février 1992

CRYPTOGAMIE
Algologie

ANCIENNE REVUE ALGOLOGIQUE
Fondée par P. Allorge et G. Hamel en 1922

Directeur-Rédacteur: P. Bourrelly
Editeur: A.D.A.C. - 12 rue Buffon F-75005 Paris.

MANUSCRITS

Les manuscrits doivent être adressés (en 2 exemplaires) à la rédaction de Cryptogamie, Algologie. L'avis d'un lecteur au moins sera requis avant accord pour publication. Bien qu'étant une revue de langue française, les articles rédigés en anglais, allemand, italien et espagnol sont acceptés. Les disquettes de micro-ordinateur (IBM, IBM compatible, et MacIntosh) sont vivement souhaitées. Les recommandations aux auteurs sont publiées dans le fascicule 1 de chaque tome. Les auteurs recevront 25 tirés-à-part gratuits; les exemplaires supplémentaires seront à leur charge.

TARIFS DES ABONNEMENTS Tome 13, 1992

CRYPTOGAMIE comprend trois sections: Algologie, Bryologie-Lichénologie, Mycologie.

Pour une section:	France: (326 F ht) 332,85 F ttc -	Étranger: 357,00 F
Pour les 3 sections:	France: (918 F ht) 937,28 F ttc -	Étranger: 1000,00 F

Paiement par chèque bancaire ou postal à l'ordre de:
A.D.A.C. - CRYPTOGAMIE (CCP La Source 34 764 05 S),
adressé à: A.D.A.C. 12, rue Buffon, F-75005 Paris.

CRYPTOGAMIE, Algologie est indexé par *Aquatic Sciences Fisheries Abstracts Part 1, Biological Abstracts, Chemical Abstratcs, Current Contents, Marine Science Contents Tables (F.A.O.)*, Publications bibliographiques du CNRS (Pascal).

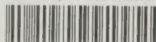
CRYPTOGAMIE

ALGOLOGIE

TOME 13 FASCICULE 1 1992



CONTENTS



THE REPETITIVE AND EXPANDING OCCURRENCE OF A GREEN, BLOOM-FORMING DINOFLAGELLATE (DINOPHYCEAE) ON THE COASTS OF FRANCE

Alain SOURNIA[1], Catherine BELIN[2], Chantal BILLARD[3],
Martial CATHERINE[2], Evelyne ERARD-LE DENN[4], Jacqueline FRESNEL[3],
Patrick LASSUS[2], Annie PASTOUREAUD[5] and René SOULARD[6]

(1) (CNRS/INSU, Observatoire Océanologique de Roscoff, c/o:)
Laboratoire de Géologie, Muséum National d'Histoire Naturelle;
43, rue de Buffon, 75005 Paris (France)
(2) Centre Ifremer, DEL/PN, B.P. 1049,
44037 Nantes cedex (France)
(3) Laboratoire d'Algologie, Université de Caen;
39, rue Desmoueux, 14000 Caen (France)
(4) Centre Ifremer, DEL, Laboratoire d'Ecologie, B.P. 70,
29280 Plouzané (France)
(5) CREMA, Case 5, 17137 Nieul s/mer (France)
(6) DDE-Vendée, Cellule "Qualité des eaux littorales",
rue Gay-Lussac, 85100 Les-Sables-d'Olonne (France)

ABSTRACT - A dinoflagellate has produced green-water events along the Atlantic and English Channel coasts of France since 1982. It differs morphologically from each of the 12 taxa or so of green gymnodinioid dinoflagellates previously known. As some morphological details, as well as their variability, remain to be ascertained, this organism is illustrated and described here under the provisional designation of *Gymnodinium* "sp. 1982". The presence of chlorophyll *b* has been confirmed by HPLC analysis but it could not be ascertained whether true chloroplasts are present, or symbionts. The distribution is coastal and estuarine. The number and intensity of the outbreaks may be related to river runoff and to the amount of preceding rainfall. An encysted stage is described. Some noxious, presumably indirect, effects have been reported.

RÉSUMÉ - Un dinoflagellé du genre *Gymnodinium* mais de coloration verte prolifère sur les côtes françaises de l'Atlantique et de la Manche depuis 1982, principalement en été. Il diffère morphologiquement des quelque 12 espèces de dinoflagellés gymnodinioides "verts" connus à ce jour mais, certains détails morphologiques ainsi que la variabilité intraspécifique restant à préciser, cet organisme est ici désigné provisoirement comme *Gymnodinium* "sp. 1982". La présence de chlorophylle *b* a été confirmée par une analyse en HPLC mais la nature des chloroplastes (éventuellement symbiotiques) n'a pu être précisée. La distribution est typiquement côtière et les proliférations semblent corrélées aux apports fluviatiles et à la pluviométrie des mois précédents. Un stade enkysté est décrit, ce qui constitue le second cas connu d'un tel stade dans le vaste genre *Gymnodinium*. Quelques effets nocifs sur la faune marine ont été signalés et sont considérés comme indirects (anoxie).

KEY WORDS : Blooms, dinoflagellates, green waters, *Gymnodinium*, phytoplankton

INTRODUCTION

The biology, ecology and harmful effects of marine plankton algae on the coasts of France were recently reviewed in a multi-authored book (Sournia *et al.*, 1991). This document was completed by the middle of 1990 and considered 4 algae of major concern, i.e.: the dinoflagellates (Dinophyceae) *Alexandrium minutum* Halim emend. Balech, *Dinophysis* Ehrenberg spp. and *Gymnodinium* cf. *nagasakiense* Takayama et Adachi together with the prymnesiophyte genus *Phaeocystis* Lagerheim. Three other microalgae were presented separately because they have been found in France only recently, and can only be said hypothetically or potentially toxic in this country; these are the dinoflagellates, *Gymnodinium spirale* (Bergh) Kofoid et Swezy and *Prorocentrum minimum* (Pavillard) Schiller, and the silicoflagellate (Dictyochophyceae) genus, *Dictyocha* Ehrenberg.

Events during the last two summers of 1990 and 1991 have drawn attention again to a small dinoflagellate, green in colour, belonging to the *Gymnodinium/Gyrodinium* complex and a peculiarity of which is to be green. This organism may have occurred in France for the first time in 1982 (Lassus, 1988), since when its general abundance as well as the extent, the duration and the intensity of its blooms appear to have been increasing. Recently, some harmful effects have been attributed to this dinoflagellate. Another stimulus to the present study was the recent work of Watanabe *et al.* (1987, 1990) which called attention, for the first time, to the existence of green, symbiont-containing gymnodinioids.

MATERIAL AND METHODS

Several bloom events will be reported in this paper. They correspond to different data sets collected independently by various workers (Table I). The techniques used, and particularly their degree of sophistication, thus vary. Only special procedures will be described hereunder.

Fluorescence microscopy: cells fixed with 3 % glutaraldehyde and stained with DAPI (5 µg/ml solution in distilled water) were observed with a Zeiss® Lab 16 microscope equipped for epifluorescence. Two filter combinations were used: (UV) BP 365-11/FT 395/LP 397 and (blue) BP 450-490/FT 510/LP 520.

Electron microscopy: cells fixed with 3 % glutaraldehyde in sodium cacodylate buffer were rinsed and post-fixed with 1 % osmium tetroxyde, then dehydrated and embedded in Epon following conventional methods.

Pigment analysis: extraction was made in 5 ml of 90 % acetone by crushing and stirring the filters with a glass rod. Vials were then stored for 2 hours in the dark at 4°C before analysis. The HPLC system consisted of two pumps (Kontron®, model 414), an injection valve (Altex®model 210), a fluorescence detector (Kontron® spectrofluorometer SPM 25, excitation at 430 nm, emission at 563 nm) and a spectrophotometer (Kontron® Uvikon 722LC, detection at 440 nm). The gradient control and data acquisition were performed by a HPLC computer (Kontron® model 450). The column (100 x 4.6 mm) was filled up with 3 µm ODS Hypersil. Chlorophyll and carotenoid pigments were analysed by reverse-phase ion-pairing HPLC using the method of Knight & Mantoura (1985). The flow rate was 1.8 ml /min and the solvent program was the following: start from 100 % A (80:10:10; methanol: water: ion-pairing reagent) to 100 % B (60: 40; methanol: acetone) in 5 min, and hold in 100 % B for 3 min. Chloropigments were quantified with solutions of purified pigments; chl.

a and *b* were purchased from Sigma®-Chimie, chl. *c* was isolated from a culture of the diatom *Phaeodactylum tricornutum* Bohlin. Carotenoids were identified by comparison of their retention time with those of pigments of well documented species (*P. tricornutum* and the chlorophycean *Dunaliella tertiolecta* Butcher).

THE ORGANISM

The general shape is subglobular (Figs 1: A-F) to (occasionally) elliptical (Fig. 1: G). The hypotheca is equal to or slightly longer than the epitheca. Length 20-24 μm (exceptionally 30 μm, to be confirmed); width 12-16 μm. The antapex is deeply indented by the sulcus (Figs 1: D-G). The cingulum is in a median or very sligthly anterior position; it is displaced by about its own width, i.e. 1/8 the cell length (Figs 1: D-G). The sulcus is deeply impressed and extends from the apex to the antapex with an overall sigmoid path (Fig. 1:G). Chloroplasts are generally green, occasionally yellow-green, either rounded or elliptical, and more or less radially disposed in the cell; there is one pyrenoid per chloroplast. The nucleus is spherical and central (Fig. 1: H), its diameter being 1/3-1/2 of cell width. Numerous mucocysts and trichocysts are present. No stigma was observed.

HPLC analysis revealed the presence of a relatively large amount of chlorophyll *b*; a molecular ratio of chl. *a*/chl. *b* of 2.2 was found. Chlorophyll *c* was virtually absent ($<$ 0.01 ng/l). Traces of chlorophyllid *a* and pheophorbid *a* were also noted. As regards carotenoid pigments, β-carotene, lutein and violaxanthin were present, no peridinin was found and only traces of fucoxanthin were noted.

Cysts were observed in fresh samples as well as in formalin- and in glutaraldehyde-preserved samples (in the latter case, fixation may have induced extra encystment). They are spherical, have a hyaline, double membrane and the dinocaryon remains visible inside (Fig. 1: J). No germination of cysts was observed during a 3-month laboratory incubation.

Negative or doubtful characters include the following. Body scales were shown by transmission electron microscopy to be absent in all the material examined. A "peduncle" (Watanabe *et al.* 1987) or "cytoplasmic projection" (Watanabe *et al.*, 1990) at the crossing of the cingulum and the sulcus was not observed. No apical groove was seen but detailed observation of the apical area by scanning electron microscopy could not be undertaken. Ultrastructural studies failed to ascertain whether the pigment-containing bodies are true chloroplasts, symbionts or symbiotic remnants. Observation by epifluorescence showed overlapping or contiguous chloroplasts (Fig. 1: I) reminiscent of the reticulated chloroplast of *Lepidodinium* Watanabe *et al.* (see below). Fig. 1: I may just reflect the relatively poor resolution of epifluorescence microscopy, however. Lastly, observations at Les-Sables-d'Olonne in 1990 suggest that two size groups occur along the French coasts, one cell type being twice smaller (length 12 μm, width 9-10 μm) than the other in linear dimensions.

From the above characters, this organism differs from all the previously described species of *Gymnodinium* or *Gyrodinium* that could be considered akin at first glance. For each of the species considered, two or several (and not: a single one) features were found to differ. The following "green" dinoflagellates were considered (hereunder alphabetically):

- *Gymnodinium halophilum* Biecheler is variable but always different in shape, the epitheca being generally longer and wider than the hypotheca. It has a peculiar "languette" (tongue, strip) which recalls the peduncle of *Lepidodinium*. The chloroplasts are said to be yellow-brown in the original description (Biecheler, 1952) but yellow-green in Borcakli (1981), hence the mention of this species here. According to both Biecheler and Borcakli, this species blooms in the open water and may also accumulate as deposits on the shore.

- *Gymnodinium herbaceum* Kofoid in Kofoid et Swezy is longer and ovoid with a striated hypotheca. Its nucleus is smaller and located posteriorly.

- *Gymnodinium incertum* E.C. Herdman, a sand-dwelling species, has a short hypotheca, hence a posteriorly located cingulum, and its sulcus reaches neither the apex nor the antapex.

- *Gymnodinium maguelonense* Biecheler is twice as long. The sulcus is straight, the chloroplasts lamellar and the nucleus elliptical.

- *Gymnodinium pyrenoidosum* Horiguchi et Chihara has a rounded antapex, a slightly displaced cingulum, a sulcus restricted to the hypotheca and a single choloroplast.

- *Gymnodinium varians* Maskell is a poorly known species in which the cingulum is not displaced.

- *Gymnodinium viride* Penard (non *G. viride* Schütt nec *G. viride* Lebour), a freshwater species, longer and ellipsoidal in shape, possesses an anterior nucleus.

- *Gymnodinium viridescens* Kofoid: the cingulum is not displaced and only a few chloroplasts are present.

- "*Gymnodinium* sp. (Midorishio) (anonymous species)" in Fukuyo *et al.* (1990). A red-tide organism in which the sulcus is straight and described as "sometimes reaching the center of the hypocone" although it appears to reach the antapex (see Fukuyo *et al.*, 1990, p. 56, fig. DE). The chloroplasts are distributed radially and peripherally.

- The several new species of green *Gymnodinium* described by Van Meel (1969) from brackish or coastal waters of Belgium are too poorly described to allow any comparison to be made.

- *Gyrodinium foliaceum* Kofoid et Swezy is longer, the cingulum is much more displaced, the sulcus is straight and the nucleus is posterior.

Figure 1. *Gymnodinium* "sp. 1982" from different localities. (A-G) Living cells: (A, C, E-F) Bay of Vilaine at Assérac, length 22-25 µm (photogr. by M. Bardouil). (B) Les Sables d'Olonne, length 20 µm (photogr. by Ch. Billard). (D) La Brèche d'Hermanville, interference light, length 17-20 µm (photogr. by J. Fresnel). (G) Les Sables d'Olonne, interference light, length 22 µm (photogr. by Ch. Billard). (H) La Brèche d'Hermanville, epifluorescence microcopy (UV excitation) after DAPI staining, showing the nucleus (photogr. by H. Micalef). (I) La Brèche d'Hermanville, epifluorescence microscopy (blue excitation) showing the autofluorescence of chloroplasts (photogr. by H. Micalef). (J) Living cysts from La Brèche d'Hermanville in a laboratory culture, interference light, diameter 19-21 µm (photogr. by Ch. Billard).



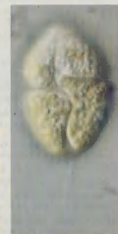
A



B

C





G





D



E



F

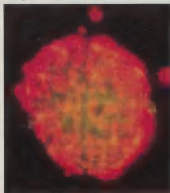
J



H



I



Among the common (non green) and bloom-forming dinoflagellates, *Gyrodinium aureolum* Hulburt deserves mention here because some early reports of the present organism have referred to this species. Although its name has been widely used, *G. aureolum* remains an enigmatical organism, in the sense that all authors after Hulburt have obviously been dealing with a different or with several different organisms (Partensky & Sournia, 1986; Partensky *et al.*, 1988; Partensky *in* Sournia *et al.*, 1991). Only the original description is of concern here because of some morphological similarities with the present organism. These are not more than similarities, however, as *G. aureolum* "sensu stricto", in addition to being a yellow-brown dinoflagellate, has a straight sulcus.

Another green and morphologically resembling dinoflagellate is the recently described genus *Lepidodinium*. Several distinguishing features are obvious, however. First, the body scales, which are given as generic characteristics by Watanabe *et al.* (1990), are lacking in our material, as is the ventral peduncle. Then, Watanabe *et al.* (1987, 1990) describe *Lepidodinium viride*, the only species of the genus thus far, as being 22.5-52.5 µm in length, and 18.9-38.3 in width. Its cingulum appears less displaced, as far as this may be objectively measured, and its sulcus is straight. The antapex is almost round unlike the French green dinoflagellate. Last, *L. viride* has been shown to possess symbionts rather than chloroplasts (Watanabe *et al.*, 1990) but the question is left open for our material. Furthermore, *Lepidodinium*'s chloroplast-like organelles are isolated to reticulated, thus forming in the latter case a single organelle.

The green *Gymnodinium* from the French coastal waters is thus clearly different from all previously described taxa. However, we are reluctant to add another species to the some 200 previously described ones of the genus (Sournia, 1986, 1990). Since the present description lacks a few details and morphological variabililty in our material remains to be investigated, this organism is given here the provisional designation*Gymnodinium* "sp. 1982", as it appears to have been seen for the first time in 1982. This designation is not intended as a specific name according to the rules of nomenclature (Greuter, 1988).

THE GREEN WATERS

The cases of green water caused by *Gymnodinium* "sp. 1982" are listed in Table I and their locations are shown on Fig. 2. In a dozen cases, identification is tentative since no microscopical examination was possible (Table I); the interpolation in space and time is legitimate, however. All the cases occurred in summer, except two. These took place in October and December, an unusual time of the year for mass occurrence of phytoplankton in the northern hemisphere.

In their totality, these green waters occurred in nearshore or coastal waters, occasionally in harbours. All the affected areas are exposed to significant freshwater inputs. The northern area shown in Fig. 2 is under the influence of river Seine. The upper part of the southern area is subject both to river Vilaine, a relatively small river, and to the northward flowing plume of the river Loire. In the southern area, there is no major river near la Rochelle but a number of small ones.

A majority of green-water phenomena were noticed during 1988 in the Vilaine-Loire area. This may be correlated with the previous, unusually rainy winter. From a graph produced by Maggi *et al.* (in press; data from Station Météorologique de Nantes), one may calculate that during the six months Janu-

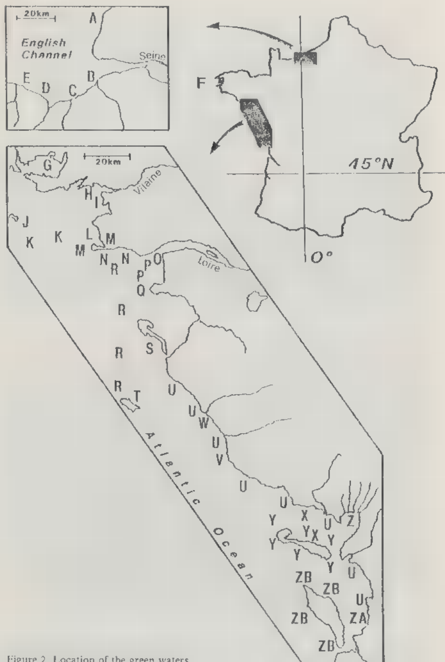


Figure 2. Location of the green waters on the French coasts, 1982 to 1991.

Source : MNHN, Paris

ary to June 1988, the Vilaine-Loire region received nearly twice as much rain (625 mm) than during the corresponding period averaged for 1951-1980 (360 mm). July alone received 86 mm in 1988 but only 48 mm on average in 1951-1980. August, however, was very dry in 1988 (13 mm) compared with the preceding 30 years (mean: 57 mm). Similarly, the events of 1988 on the coasts of Vendée and Charente may be related to an unusual amount of rain during the preceding spring (Soulard, 1990 and unpubl. data).

Gymnodinium "sp. 1982" has not been reported so far on the Mediterranean coast of France.

As is generally the case with "discoloured water", the surface of the sea is primarily concerned because it is readily observed. Vertical sampling in the Bay of Vilaine, however, has revealed heavy concentrations near the bottom during daylight (Maggi *et al.*, in press). During the course of a 24-hour study in the harbour of Antifer ("A" on Fig. 2), the highest concentration of *Gymnodinium* "sp. 1982 " were found in the 0-1 m layer between 20 h and 5 h, while during the remaining part of the 24-hour cycle, the dinoflagellate occupied the whole 0-5 m layer (Lassus *et al.*, 1991). On the other hand, positive reactions to light were observed in the culture vessels in the laboratory. Phototaxis is thus questioned in this organism.

Other mentions of green waters produced by a dinoflagellate in European waters refer to the German Bight in the summer of 1990 (Elbrächter *et al.*, 1991; Lenz *et al.*, 1991) and the Adriatic during the mid 1980's (G. Honsell in Elbrächter *et al.*, 1991; G. Honsell, pers. comm.). In both regions, the organism responsible was "very similar or identical" to *Lepidodinium viride*.

NUISANCES AND POTENTIAL TOXICITY

Mortalities of marine organisms followed some of the *Gymnodinium* "sp. 1982" outbursts. Most of them occurred in August-September 1988 off southern Brittany and between Saint-Jean-de-Monts and Les-Sables-d'Olonne ("W" on Fig. 2). A few others were mentioned in the summer of 1991 off southern Brittany and at Les Sables-d'Olonne ("V" on Fig. 2). Minor damages were tentatively attributed to the dinoflagellate in Normandy in 1990 ("B-E" on Fig. 2). On the whole, mortalities affected mussels, oysters, some smaller molluscs, shrimps, crabs, and smaller crustaceans, depending on places. A lowering of the oxygen content due to decomposition was offered as an explanation.

The green waters are often reported as juicy, mucous or slimy. Phytoplankton deposits may accumulate on various substrates at low tide (Fig. 3, bottom).

Tourists and swimmers complained about the appearance and consistence of the seawater (Fig. 3) and some of them may have suffered from skin irritation. Tests for cutaneous allergy proved to be negative, however. No toxicity nor human intoxication of any kind has so far been reported.

CONCLUSIONS AND FUTURE WORK

The reported outbreaks of *Gymnodinium* "sp. 1982" add another organism to the already long list of bloom-forming phytoplankters which had both remained unknown or unnoticed until recently and for which the distribution has extended in space and time during the course of the last ten years. This supports



Figure 3. Top: green water at Assérac, near Pen-Bé (Brittany, France), September 1988. Bottom: mucous embedding on ■ rope at low tide, same place and date. (Photographs by M. Catherine.)

the hypothesis that such events are increasing in extent and frequency (Anderson, 1989; Smayda, 1990; Sournia *et al.*, 1991).

The present dinoflagellate is green, a peculiarity which is not unique among the class Dinophyceae, however, as it is shared by at least a dozen other gymnodinioid species of the genera *Gymnodinium*, *Gyrodinium* and *Lepidodinium*. It remains to be established whether the photosynthetic pigments of *Gymnodinium* "sp. 1982" are borne by true chloroplasts or by symbionts. The latter hypothesis is suggested by the presence of chlorophyll *b* and the lack of both chl. *c* and peridinin. In any case, the pigment content of *Gymnodinium* "sp. 1982" is totally atypical for a member of the class Dinophyceae and, rather, it reminds closely that of the Chlorophyceae.

Table I - Occurrence of green waters in France, 1982-1991. Indications are as precise as reported in the original, mostly unpublished records. References to published reports (of limited distribution) are given when available. Letters refer to indications on the map (Fig. 2).

A green *Gymnodinium* identified from microscopical observation

1982 September 29 (→ Z) Between La Rochelle and Ile de Ré. After several days of heavy rain. 124 10^6 cell/l. Cells only 10 x 7.6 μm ? (A species different from that described here ?)
1982 Sept. 30 (→ M) In the harbour of Le Croisic. After heavy rains.
1983 August 5 and the days before (→ Y) North and South of Ile de Ré along two, 30-kilometer long patches.
1985 August 9-22 (→ Y-Z) Off La Rochelle, South and North of Ile de Ré. 1.5 - 3.6 10^6 cell/l.
1985 August 28 (→ ZA) Bassin de Marenne-Oléron. 2.6 10^6 cell/l.
1986 September 30 (→ ZB) Around Ile d'Oléron. 7 10^6 cell/l.
1986 October 14 (→ L) Bay of La Turballe. During rainy weather. 3 10^6 cell/l.
1987 end of July (→ S) La Guérinière.
1987 July-August (→ I). Bay of Vilaine. ≤ 1.2 10^6 cell/l.
1988 June (→ Z). Off La Rochelle.
1988 July 30 (→ N) Off La Baule, along a 10-kilometer long patch. 24 10^6 cell/l *Gymnodinium* plus 0.5 10^6 cell/l *Prorocentrum micans*.
1988 August 7-9 (→ L) Bay of La Turballe. 0.5 10^6 cell/l.
1988 August 10 and 18 (→ J) Ile d'Houat. 50-80 10^3 cell/l.
1988 August 11-17 (→ O) Saint-Nazaire. 24-40 10^6 cell/l.
1988 August 13 (→ V) Les Sables d'Olonne. 18.4 10^6 cell/l.
1988 August 16 (→ H) Bay of Vilaine. 0.3 10^6 cell/l.
1988 August 16-17 (→ M) Batz-sur-Mer and Le Croisic. ≤ 32 10^6 cell/l.
1988 August 18 (→ G) Le Tour du Parc and Golfe du Morbihan. 4.4 10^6 cell/l.
1988 mid-August to beginning of October (→ U). A large portion of the coasts of Vendée and Charente between Ile d'Yeu and Ile d'Oléron. ≤ 300 10^6 cell/l.
1988 September 5 (→ H) Bay of Vilaine. 2,4 10^6 cell/l.
1988 September 12 (→ H). Bay of Vilaine. 7.3 10^6 cell/l.
1989 July 17-August 16 (→ H) Bay of Vilaine, intermittently. 2-8 10^6 cell/l.
1989 July 31-August 1 (→ ZA) East of Ile d'Oléron. 0.4-42 10^6 cell/l.
1989 July 28-August 16 (→ L) Near La Turballe, intermittently. 10^6 cell/l.
1989 August 1-28 (→ F) Off Camaret (western Brittany), intermittently. 0.7-37 10^6 cell./l.
1989 August 7-8 (→ T) Ile d'Yeu. 0.7 10^6 cell/l.
1989 September 13 (→ C) Off Cabourg. 130 cell/l.
1990 August 22-September 5 (→ D-E) An intermittent or continuous, 3- kilometer long patch near the mouth of river Orne. 50-600 10^6 cell./l.
1990 August 23 (→ C) Cabourg.
1990 August 24 (→ E) Luc-sur-Mer

1990 August 27 (→ B) Villers-sur-Mer.
1990 August 28 (→ D) Franceville.
1990 August 29-30 (→ E) Luc-sur-Mer.
1990 August 31 (→ D) La Brèche d'Hermanville.
1990 August 29-31 (→ A) Antifer harbour. > 10^6 cell/l. (Lassus *et al.*, 1991).
1991 July 10 (→ V) Les Sables d'Olonne.
1991 September 4-13 (→ W) Between Saint-Jean-de-Monts and Les Sables-d'Olonne.
1991 September 9-12 (→ M) Bay of Le Croisic. 4.3-5.2 10^6 cell/l.

No microscopical identification

1987 August 28 (→ L) Bay of La Turballe.
1988 August 1 and 10-11 (→ N) Near La Baule or near Pornichet.
1988 August 9 (→ Q) Préfailles (near Saint-Gildas).
1988 August 10 (→ Q) Between Chemoulin and Préfailles.
1988 August 12 (→ R) From La Baule to Ile d'Yeu.
1988 August 13 (→ W) Off Saint-Jean-de-Monts.
1988 August 15 (→ MN) Batz-sur-Mer and along the shore of Le Croisic.
1988 August 15 (→ K-L) Ile d'Houat, Belle-Ile, Piriac.
1988 August 24-25 (→ L) Assérac (near Pen-Bé).
1988 September 6-11 (→ L) Assérac.
1988 September 6-7 (→ L) From Le Croisic to Assérac.
1988 September 8 (→ P) From Préfailles to Saint-Brévin.
1988 October 23 (→ L) Assérac.
1988 December 11 (→ L) Assérac.
1991 August 13-22 (→ L) Bay of La Turballe.

Some morphological characters require a more careful examination. These include: (1) the existence or non-existence of a ventral peduncle; (2) the extension of the sulcus onto the epitheca and the presence or absence of an acrobase and an apical groove; and (3) the shape, number and distribution of the chloroplasts or chloroplast-like bodies, with due consideration given to *Lepidodinium* in which a reticulated, single plastid may be found. Until this is done, the French green *Gymnodinium* will be provisionally called *Gymnodinium* "sp. 1982".

Morphological variability should also be the subject of future investigations, in order to ascertain whether a single or several species are present on the French coasts. A specific question is: do the two apparent size-groups represent growth strategies of a single species, as was established by Partensky *et al.* (1988) for *Gymnodinium* cf. *nagasakiense* (= *Gyrodinium* cf. *aureolum*), or two different species ?

The distribution of *Gymnodinium* "sp. 1982" is coastal and appears linked to freshwater runoff. The precise (direct) causes of the occurrences remain totally unknown, however. Data on any future outbreaks should include, as a first step, the following variables: the weather for the preceding months, salinity, nutrient content, turbidity, and an index of stratification.

The present work seems to represent only the second description of a cyst stage in the large genus *Gymnodinium*, the first case being that of *Gymnodinium catenatum* Graham as described by Bravo (1986). Both cysts are morphologically similar but those of *G. catenatum* are finely reticulated (Anderson *et al.*, 1988), a property which has not been looked for in *Gymnodinium* "sp. 1982".

A third species, *G. sanguineum* Hirasaka, has been observed to germinate during sediment incubation, but the cysts themselves have not been observed (Voltolina & Robinson, 1984).

Lastly, should further harmful effects occur, their cause will have to be closely investigated, in particular to determine whether they result only from lowered oxygen concentration as a consequence of bloom decomposition, or whether *Gymnodinium* "sp. 1982" is directly noxious in some way, or even toxic.

ACKNOWLEDGEMENTS

Thanks are expressed to Mrs M. Feuillet-Girard, Dr G. Paulmier and M. G. Poiraud for providing information, M.G. Poiraud again for sending samples, and to Mrs M. Bardouil and Dr H. Micalef for loaning microphotographs.

REFERENCES

ANDERSON D.M., JACOBSON D.M., BRAVO I. & WRENN J.H., 1988 - The unique, microreticulate cyst of the naked dinoflagellate *Gymnodinium catenatum*. *J. Phycol.* 24 (2): 255-262.

ANDERSON D.M., 1989 - Toxic algal blooms and red tides: a global perspective. In T. Okaichi *et al.* (Eds), *Red tides. Biology, environmental science, and toxicology*, Elsevier, New York etc., pp. 11-16.

BIECHELER B., 1952 - Recherches sur les Péridiniens. *Bull. biol. France Belg., Suppl.* 36: 149 p.

BORCAKLI M., 1981 - *Péridiniens littoraux de la région de Montpellier*. Thèse 3ème Cycle Univ. Montpellier, 95 p., 11 pl.

BRAVO I., 1986 - Germinación de quistes, cultivo y enquistamiento de *Gymnodinium catenatum* Graham. *Investigacion Pesqu.* 50 (3): 313-321.

ELBRÄCHTER M., HAGMEIER E. & HESSE K.-J., 1991 - Green water caused by a mass occurrence of an unusual dinoflagellate in the German Bight, North Sea (Abstract). 5th Intern. Conf. Toxic Marine Phytoplankton, Newport (Rhode Island), Oct. 28-Nov. 1, 1991.

FUKUYO Y., TAKANO H., CHIHARA, M. & MATSUOKA K. (Edit.), 1990 - *Red tide organisms in Japan. An illustrated taxonomic guide.* Uchida Rokakuho, Tokyo, xv-407 p.

GREUTER W. (Edit.), 1988 - International code of botanical nomenclature, adopted by the 14th international botanical congress, Berlin July-August 1987. Koeltz, Koenigstein, xiv-328 p.

KNIGHT R. & MANTOURA R.F.C., 1985 - Chlorophyll and carotenoid pigments in foraminifera and their symbiotic algae: analysis by high performance liquid chromatography. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 23: 241-249.

LASSUS P., 1988 - Plancton toxique et plancton d'eaux rouges sur les côtes européennes. Ifremer, Brest, 111 p.

LASSUS P., MAGGI P., PRONIEWSKI F., TRUQUET P. & NIZARD G., 1991 - Distribution verticale de *Dinophysis* spp. au cours d'un cycle de 24 heures dans le port d'Antifer (Normandie). Ifremer/DRO 91-04-MR, 25 / 3 p. (Unpubl. Rep.).

LENZ J., HICKEL M., HAGMEIER E., MICHAELIS H., HANSLIK M., HESSE K.-J. & VOSS J., 1991 - *Lepidodinium viride* (*Gymnodinium* Y-100). *In:* ICES WG "*Phytoplankton and the management of their effects*", FRG country report 1989/90, pp. 99-103 (Unpubl. Rep.).

MAGGI P., LASSUS P., LARRAZABAL M.E., ETIENNE M., PEZERON A., MORNET F. & SOULARD L., 1989 - Facteurs hydroclimatiques et apparitions

d'eaux colorées en baie de Vilaine durant l'année 1987. Ifremer, DERO-88.06-MR: 70 p.

MAGGI P., LASSUS P., ETIENNE M., PEZERON A., MORNET F. & SOULARD L. (in press) - Facteurs hydroclimatiques et apparitions d'eaux colorées en baie de Vilaine durant l'année 1988. Ifremer, DERO-89.05-MR: 60 p.

PARTENSKY F. & SOURNIA A., 1986 - Le dinoflagellé *Gyrodinium* cf. *aureolum* dans le plancton de l'Atlantique nord: identification, écologie, toxicité. *Cryptogamie, Algol.* 7 (4): 251-275.

PARTENSKY F., VAULOT D., COUTÉ A. & SOURNIA A., 1988 - Morphological and nuclear analysis of the bloom-forming dinoflagellates *Gyrodinium* cf. *aureolum* and *Gymnodinium nagasakiense*. *J. Phycol.* 24 (3): 408-415.

SMAYDA T.J., 1990 - Novel and nuisance phytoplankton blooms in the sea: evidence for a global epidemic. *In* E. Granéli *et al.* (Edit.), *Toxic marine phytoplankton*, 29-40. Elsevier, New York etc.

SOULARD R., 1990 - Quelques caractéristiques hydrobiologiques du Pertuis Breton en été 1988; tendances à la stratification. *J. Rech. océanogr.* 15 (3-4): 101-105.

SOURNIA A., 1986 - *Atlas du phytoplancton marin, Volume 1: Introduction, Cyanophycées, Dictyochophycées, Dinophycées et Raphidophycées.* Editions du C.N.R.S., Paris, 219 p. incl. 373 figs.

SOURNIA A., 1990 - Catalogue des espèces et taxons infraspécifiques de Dinoflagellés marins actuels publiés depuis la révision de J. Schiller, V: Complément. *Acta Protozoologica* 29 (4) 321-346.

SOURNIA A., BELIN C., BERLAND B., ERARD-LE DENN E., GENTIEN P., GRZEBYK D., LASSUS P., MARCAILLOU-LE BAUT C. & PARTENSKY F., 1991 - *Le phytoplancton nuisible des côtes de France.* Ifremer/CNRS, 154 p.

VAN MEEL L., 1969 - Etudes hydrobiologiques sur les eaux saumâtres [redacted] Belgique. 10. Espèces de Protistes rares ou nouvelles pour la côte Belge. *Bull. Inst. r. Sci. natur. Belg.* 45 (10): 1-18, pl. 1-2.

VOLTOLINA D. & ROBINSON M.G., 1984 - Possibility of self seeding of localized blooms of *Gymnodinium sanguineum* Hirasaka. Coastal mar. Sci. Lab., internal mss report, Victoria, BC, 84-1: 6 p. + tables.

WATANABE M.M., TAKEDA Y., SASA T., INOUYE I., SUDA, S., SAWAGUCHI T. & CHIHARA M., 1987 - A green dinoflagellate with chlorophylls *a* and *b*: morphology, fine structure of the chloroplast and chlorophyll composition. *J. Phycol.* 23 (2): 382-389.

WATANABE M.M., SUDA S., INOUYE I., SAWAGUCHI T. & CHIHARA M., 1990 - *Lepidodinium viride* gen. et sp. nov. (Gymnodiniales, Dinophyta), a green dinoflagellate with a chlorophyll A- and B-containing endosymbiont. *J. Phycol.* 26 (4): 741-751.

THE LIFE HISTORY IN CULTURE OF *PLEONOSPORIUM CARIBAEUM* (CERAMIACEAE, RHODOPHYTA) FROM THE CARIBBEAN

Nilda E. APONTE and David L. BALLANTINE

Department of Marine Sciences, University of Puerto Rico,
Mayagüez, P.R. 00681

ABSTRACT - *Pleonosporium caribaeum* (Børgesen) Norris demonstrates a *Polysiphonia*-type life history in culture. The life history was completed in 50 to 60 days with the tetrasporophytic plants requiring 35-45 days to mature. Mature tetrasporophytes produced both sessile tetrasporangia and sessile as well as pedicellate polysporangia. Both tetrasporangia and polysporangia gave rise to male and female gametophytes, showing a 1:1 sexual segregation. Spermatangial branches were observed which appeared to be both stalked and sessile. This condition is recognized as simply reflecting the degree of development of the individual branch.

RÉSUMÉ - *Pleonosporium caribaeum* (Børgesen) Norris présente un cycle de type-*Polysiphonia*. Le cycle a été réalisé entre 50 et 60 jours, les tétrasporophytes nécessitant 35 à 45 jours pour arriver à maturité. Les tétrasporophytes fertiles ont produit des tétrasporocystes sessiles ainsi que des polysporocystes sessiles ou pédicellés. Tétrasporocystes et polysporocystes ont donné naissance à des gamétophytes mâles et femelles, avec ségragation sexuelle de 1:1. La structure des rameaux mâles paraissait être sessile ou pédicellée selon le degré de développement de la cellule sous-jacente. (traduit par la Rédaction)

KEY WORDS : life history, development, culture, reproduction, *Pleonosporium caribaeum*, Ceramiaceae, Rhodophyta.

INTRODUCTION

Pleonosporium caribaeum (Børgesen) Norris was originally described as a species of the newly created genus *Mesothamnion* (Børgesen, 1917). At that time *Mesothamnion* was considered to be separate from *Pleonosporium* by possessing uninucleate cells, alternate and radially arranged branches, tetrasporic meiosporangia, "stalked" spermatangial fascicles and subterminal procarps (Børgesen, 1917; Kylin, 1956). Further studies on *Mesothamnion* and *Pleonosporium* (Itono, 1977; Ardré *et al.*, 1982), including the description of new species with intermediate characteristics, have blurred the distinction between the genera. Ardré *et al.* (1982) further demonstrated in an examination of the type specimen that *Mesothamnion* cells are actually plurinucleate. They also discovered what they claimed were the presence of both sessile and stalked spermatangial fascicles on the type specimen. Norris (1985) finally concluded after an evaluation of the female reproductive structures of both genera that there are no dis-

tinguishing characters sufficient to maintain *Mesothamnion* as a distinct genus from *Pleonosporium*.

Norris (1985) studying with South African specimens and Kim & Lee (1988) working with Korean plants examined the reproduction morphology of *Pleonosporium caribeaum*. Kim & Lee (1988) further cultured the species through its life history. In this paper we examine *Pleonosporium caribaeum* from the Caribbean and review its life history in culture as well as its vegetative and reproductive morphology.

MATERIALS AND METHODS

Pleonosporium caribaeum was collected subtidally at depths between 17 and 24 m in an algal plain 1.5 km seaward of Media Luna Reef and 1.6 km seaward of Margarita Reef at La Parguera, Puerto Rico. Plants collected by Scuba were transported to the laboratory in seawater filled polyethylene bags. Specimens for morphological studies were preserved in 10% formalin in seawater immediately after collection. Whole mount slides were prepared of specimens stained with acidified 1% aniline blue in 20% Karo syrup. Line drawings were made with the aid of a camera lucida. Specimens for cytological examination were fixed immediately following return to the laboratory in a 2:1 mixture of ethanol and acetic acid diluted to 50% with seawater and stained with aceto-iron-haematoxylin-chloral hydrate (Wittmann, 1963).

Unialgal cultures were established by isolation of discharged carpospores. These were grown in polystyrene petri dishes containing 20 ml of 10% strength Provasoli ES medium (McLachlan, 1973) in sterile seawater with salinity adjusted to 35 ppt. Diatom growth was controlled with GeO_2 (5 mg l^{-1}) (Lewin, 1966) and cyanobacteria and bacteria controlled with Penicillin-G. Cultures were maintained at 25°C with photon fluence rates of 8-11 μmol $m^{-2}s^{-1}$ at 16:8 h (L:D) photoregimes. Tetrad analyses were conducted as described by Rueness and Rueness (1982).

RESULTS

Vegetative Structure

Plants are red to brick red in color and reach approximately 6 cm in height. Branching is to many orders and is alternately radial throughout with a rotation of 33%. The axes are ecorticate except for a few loose rhizoidal filaments arising from proximal cells of branches of the first order. Plants are attached to the substrate by these descending branched rhizoids and by multicellular discoid holdfasts arising from the lowermost axial cells. Thalli generally have one percurrent main axis, but often many subsequal branches are present. Cells of the main axes measure 175 to 225 μm in diameter, and are 1 to 1.5 diameters long in the basal portions. Axial cells become narrower and more elongate toward the middle portions, measuring 130 to 150 μm in diameter, and are 4(-6) diameters long. The apical cells of the main axes measure 6-8 μm in diameter and are 14-20 μm long. Apices are commonly overtopped by markedly incurved lateral branchlets (Fig. 1). Cells of the ultimate branches are 16-25 μm in diameter and measure 45-90 μm in length. All cells are multinucleate.

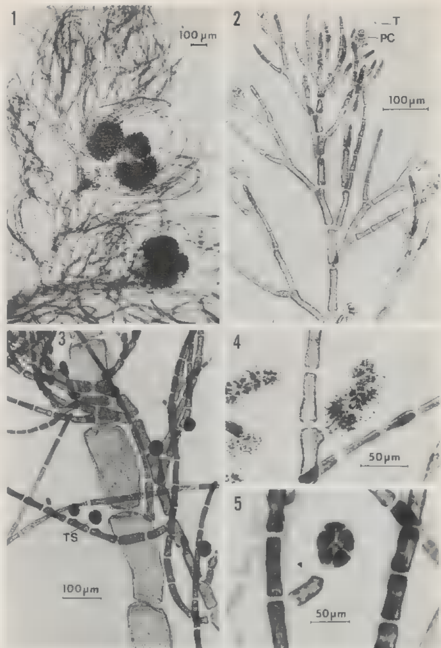


Fig. 1-5: *Pleonosporium caribaeum*. Fig. 1. General habit of a field collected carposporangial thallus. Fig. 2. Cultured female gametophyte bearing terminal procarps. Fig. 3. Seriate rounded tetrasporangia. Fig. 4. Spermatangial fascicle. Fig. 5. Pedicellate polysporangia with a second sporangial primordium (arrow). PC = procarp; T = trichogyne; TS = tetrasporangium.

Reproduction

Gametangial plants are dioecious. Procarp and carposporophyte development are as described by Ardré *et al.* (1982) and Norris (1985). Procarps are formed subterminally on determinate laterals (Fig. 2) from a procarp mother cell. The fertile subapical cell cuts off two periaxial cells, with the second formed becoming the support cell. Formation of the first periaxial cell normally results in the lateral displacement of the apical cell (Kylin, 1925; Norris, 1985) towards the side of the lateral branch borne on the hypogenous cell (Ardré *et al.*, 1982). The support cell then cuts off a sterile cell terminally and subsequently a four-celled carpogonial branch which is slightly arched with its convex face towards the apical cell (Figs. 8, 9). The trichogyne measures up to 80 μm in length and has a bulbous base (Fig. 9). Following fertilization, the trichogyne withers and the support cell cuts off an auxilliary cell (Fig. 10). The diploid nucleus is transferred to the auxiliary cell by direct fusion with the carpogonium. The diploidized auxiliary cells cuts off three or four gonimoblast initials from which the rounded gonimolobes develop (Fig. 11). As development of the gonimoboles continues, the auxiliary and the support cell form a large fusion cell. A degree of fusion also takes place between the subapical cell, the periaxial cell and the apical cell. As development of the carposporophyte proceeds, the hypogenous cell produces 4-6 involucral filaments which surround the carposporophyte (Fig. 11).

The spermatangial fascicles are specialized lateral uniseriate branches (Fig. 4). A spermatangial branch initial divides transversely 3 to 4 times to form the 4 to 5-celled fertile male axis (Fig. 6a-c). The basal cells measure 16.5 to 43.5 μm long and 9.3 to 15.3 μm in diameter. Cells of this fertile branch divide to form 4 periaxial cells which divide repeatedly to produce spermatangial mother cells (Fig. 6c). Two or three spermatangia are formed from each mother cell (Fig. 7). Depending on whether or not spermatangia are cut off on the basal-most branch cell, the fascicles appear to be sessile or pedicellate. The most commonly seen situation is that the basal-most cell of the spermatangial branch cuts off spermatangia and subsequently elongates. This results in a spermatangial fascicle that appears to be pedicellate (Fig. 4). Spermatangial fascicles occur singly and are located adaxially on the last two orders of branching. The clusters are 30-40 μm in diameter and 65-75 μm long.

Tetrasporangial plants produce both tetrasporangia and polysporangia, the former being more abundant. Both types of sporangia are produced adaxially in secund series (Fig. 3). The tetrasporangia are sessile, with spores tetrahedrally arranged. They are generally rounded to obovate and average 38.0 ± 4.7 SD μm in diameter ($n = 10$). Polysporangia are sessile or pedicellate on one or rarely two-celled pedicels (Fig. 5). A secondary polysporangium primordium sometimes develops adaxially from the pedicel (Fig. 5). Polysporangia average 43.9 ± 2.9 SD μm ($n = 10$) in diameter and contain 8-12 spores.

Life history and Reproduction in Culture

The life history of *Pleonosporium caribaeum* was completed in culture through several successive generations and a *Polysiphonia*-type life history was observed. Cultures were established from carposporophytic plants collected at Media Luna Reef. Carpospore release was initiated 24 hours after isolation of the carposporophytes, and release occurred *en masse*. Released carpospores measured 20-22 μm (21.1 ± 0.9 SD μm, $n = 10$) in diameter (Fig. 12a). Prior to the first division, spores enlarged to 33-35 μm in diameter (Fig. 12b). The first division resulted in two nearly equally-sized cells (Fig. 12c), one of which (the

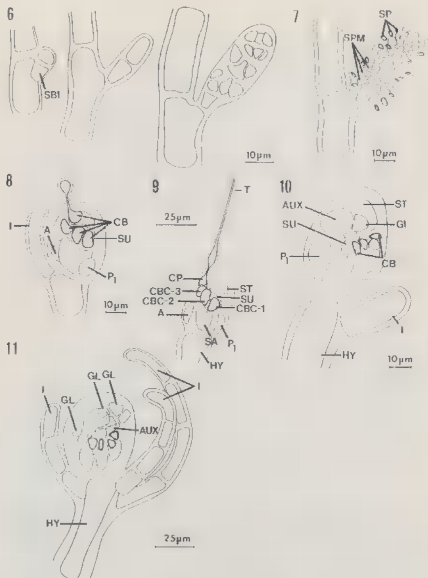


Fig. 6-11: Cultured *Pleonosporium caribaeum*. Fig. 6a, b, c. Development of spermatangial fascicles. Fig. 7. Mature spermatangial fascicle. Fig. 8. Young procarp; the hypogenous cell has initiated the development of the first involucral filament. Fig. 9. Fully developed procarp. The trichogyne is enlarged near the base. Fig. 10. Carposporophyte development: early post-fertilization showing the auxiliary cell and a gonimoblast initial. Fig. 11. Carposporophyte development: The auxiliary cell has developed several gonimolobes. Remnants of the carpogonial branch are still evident. A = apical cell; AUX = auxiliary cell; CB = carpogonial branch; CBC = carpogonial branch cell; CP = carpogonium; GI = gonimoblast initial; GL = gonimolobes; HY = hypogenous cell; I = involucral filament; P_1 = periaxial cell; SA = subapical cell; SBI = spermatangial branch initial; SP = spermatangium; SPM = spermatangial mother cell; ST = sterile cell; SU = support cell.

12

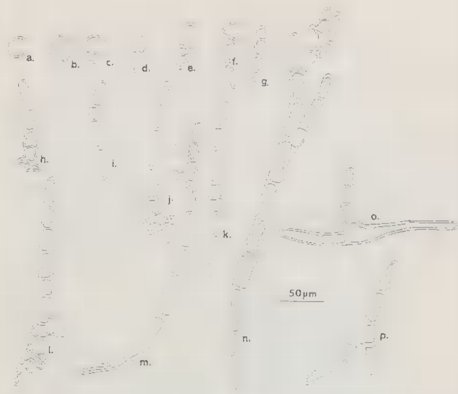


Fig. 12: *Pleonosporium caribaeum*. Fig. 12a-p. Tetrasporophyte development in culture.

rhizoidal pole) elongated and became wedge shaped (Fig. 12d). The rhizoidal pole normally developed into a long branched or simple rhizoidal filament (Fig. 12e-g, i, k-p) or formed a basal disc (Fig. 12h, j). During early early sporeling development, the erect axis developed at a slower rate than the rhizoids. The first lateral primordium of the erect axis originated at a position two to three cells behind the apical cell when the sporeling was 8-10 days old and 7-12 cells long (Fig. 12m, n). Second order branches were observed after 12 days in culture. Occasionally some rhizoidal cells became rounded and inflated and gave rise either to normally shaped rhizoidal filaments or to erect branches. These basal inflated rhizoidal cells frequently become highly entangled and provided substantial attachment.

Tetrasporophytic plants matured to produce tetrasporangia and polysporangia within 35 to 45 days. Tetrasporangia measured 30-41 µm in diameter and polysporangia generally measured over 40 µm in diameter. Released tetraspores were 15-25 µm in diameter; they germinated and developed similarly to the carpospores. Tetrad analysis demonstrated a 1:1 segregation of sexes with all plants maturing into gametophytes. Polysporangia usually contained ▮

spores, rarely 12. Polyspores also matured into gametophytic plants and displayed a 1:1 sexual segregation.

Gametophytic plants matured after 15 days in culture, when spermatangial clusters were first observed. Initially all cylindrical spermatangial fascicles appeared to be sessile. Ten days later spermatangial clusters appearing to be both stalked and sessile were present in the culture with the former condition being most common. Procarp initials and some young procarps were observed a week after the first appearance of mature males and fertilization took place 3 to 5 days later. Abundant carposporophytes were evident a week later. In cultured plants, not all carposporangia were released from the carposporophytes. Those remaining attached to the carposporophyte germinated *in situ*. Gross morphology of cultured plants was similar to field plants. Mixed phases were never observed in plants in culture or in the field.

Habitat and Reproductive Periodicity

Plants were usually epiphytic on coarse algae or rarely found on coral and shell fragments. Sterile plants were collected irregularly throughout the year. Gametophytic and sporophytic plants were collected during May, June and July.

DISCUSSION

It would appear that the type of meiosporangia and the presence of "sessile" vs. "stalked" spermatangial fascicles in *P. caribaeum* (as well as other members of the genus) are variable characters, probably varying in response to age or environmental conditions. Specimens of *P. caribaeum* from Japan (Itono, 1971, 1977), South Africa (Norris, 1985) and Puerto Rico are now known to form tetrasporangia and polysporangia, whereas those from Korea (Kim & Lee, 1988) form only polysporangia. Presence of pedicellate polysporangia is reported for the first time in *P. caribaeum*. Pedicellate polysporangia were less common than sessile sporangia but both types occurred in cultured and field collected plants. Presence of secondary polysporangial primordia on pedicels of *Pleonosporium* has also been observed in *Pleonosporium pedicellatum* Lindstrom et Wynne (Lindstrom & Wynne, 1982). In *P. caribaeum* these were never observed to mature into functional sporangia. Post fertilization events in Caribbean *P. caribaeum* did not differ from that reported by Norris (1985) and Kim & Lee (1988).

In the present investigation, cultured male gametophytes produced "sessile" spermatangial structures that with age appeared to be stalked, although after 15 days (but prior to 45 days) both conditions were evident. In *Pleonosporium caribaeum*, the presence of a subtending stalk is the result of elongation and the degree of development of spermatangial mother cells and spermatangia on the proximal cell of the fertile male axes. Thus, the distinction of spermatangial fascicles being pedicellate or sessile is an artificial one and only refers to degree of development. Although this character has generally been regarded as taxonomically important in *Pleonosporium* (Joly, 1957; Itono, 1971, 1977), its value is questionable.

Two other species formerly assigned to *Mesothamnion*, *Pleonosporium boergesenii* (Joly) R.E. Norris and *P. yagii* (Yamada) R.E. Norris, possess both tetrasporangia and polysporangia (Norris, 1985). *Pleonosporium boergesenii* is distinguished from *P. caribaeum* in possessing "sessile" spermatangial fascicles

(Joly, 1957); however, Ardré *et al.* (1982), upon examination of syntype specimens, demonstrated the presence of both "sessile" and "stalked" male structures in *P. boergesenii.* Schneider (1975) also reported both "sessile" and "stalked" spermatangial fascicles in North Carolina plants assigned to *P. beorgesenii.* It is very probable that *P. boergesenii* is not different from *P. caribaeum* since the character used in separating the species is artificial. According to Norris (1985), separation of *P. yagii* from *P. caribaeum* is probably also unjustified.

Wynne (1985) listed six species of *Pleonosporium* from the tropical and subtropical western Atlantic. Among these, *P. caribaeum, P. boergesenii* and *P. polystichum* Oliveira (Oliveira, 1969) possess a radial branch arrangement. While distinction between the first two is unclear, *P. polystichum* can be distinguished from *P. caribaeum* by its larger cell and polysporangia size. *Pleonosporium polystichum* has polysporangia which are 68-69 μm in diameter while those of *P. caribaeum* are approximately 40-50 μm in diameter.

Pleonosporium caribaeum is a widely distributed species, having been reported from: Bahamas (Howe, 1920); Canary Islands (Afonso-Carillo & Gil-Rodriguez, 1980); France (Ardré *et al.*, 1982); Japan (Itono, 1971); Korea (Kim & Lee, 1988); Martinique (Hamel & Hamel-Joukov, 1931); South Africa (Norris, 1985; Stegenga, 1986); U.S. Virgin Islands (Børgesen, 1917) and Viet-Nam (Dawson, 1954). The first report of *P. caribaeum* from Puerto Rico was by Diaz-Piferrer (1963) based on material collected in Guánica. On examination of this material (*MDP-DB-1584*), all plants were identified [redacted] *Aglaothamnion boergesenii* (Aponte et Ballantine) L'Hardy-Halos et Rueness. One other specimen in MSM (*MSM-6342*) identified as *M. caribaeum* is also a species of *Callithamnion.* This report constitutes the first verifiable record of *P. caribaeum* for Puerto Rico.

Acknowledgements

This work was supported in part by funds made available to N.E.A. through the Henry Rexach Memorial Fund of Pueblo International and the Department of Marine Sciences, University of Puerto Rico at Mayagüez.

REFERENCES

AFONSO-CARILLO J. & GIL-RODRIGUEZ M.C., 1980 - Datos para la flora marina de la isla de Fuenteventura. *Vieraeae* 10: 147-170.

ARDRÉ F., L'HARDY-HALOS M.-T. & SALDANHA L., 1982 - Observations nouvelles sur la morphologie et la répartition géographique de trois Céramiales: *Ceramium cinnabarinum, Mesothamnion caribaeum* and *Ctenosiphonia hypnoides. Cryptogamie, Algol.* 3: 3-20.

BØRGESEN F., 1971 - The marine algae of the Danish West Indies. Part IV. Rhodophyceae. *Dansk Bot. Arkiv.* 3: 145-240.

DAWSON E.Y., 1954 - Marine plants in the vicinity of the Institute Oceanographique de Nha Trang, Viet-Nam. *Pac. Sci.* 8: 373-469., 63 figs.

DIAZ-PIFERRER M., 1963 - Adiciones a la flora marina de Puerto Rico. *Carib. J. Sci.* 3: 215-225.

HAMEL G. & HAMEL-JOUKOV A., 1931 - Algues des Antilles Françaises. (exsiccata). Fasc. 1-3. Paris.

HOWE M.A., 1920 - Algae. *In:* BRITTON N.L. (Ed.), *The Bahama Flora.* N.Y., vii + 695 p.

ITONO H., 1971 - The genera *Callithamnion, Aglaothamnion, Seirospora, Pleonosporium* and *Mesothamnion* (Ceramiaceae, Rhodophyta) in southern Japan. *Mem. Fac. Fish.*, Kagoshima Univ. 20: 217-237.

ITONO H., 1977 - Studies on the Ceramiaceous algae (Rhodophyta) from Southern parts of Japan. *Bibl. Phycol.* 35: 1-449.

JOLY A.B., 1957 - Contribução ao conhecimento da flora ficologica marinha da Baia de Santos [redacted] Arrededores. *Bol. Fac. Filos. Cienc. Let. Univ. São Paulo Ser. Bot.* 14: 217: 7-199, 19 Pls.

KIM H.-S. & LEE I.K., 1988 - Morphology and reproduction of two species of *Pleonosporium* Naegeli (Ceramiales, Rhodophyta) in Korea. *Korean J. Phycol.* 2: 95-109.

KYLIN H., 1925 - The marine algae in the vicinity of the biological station at Friday Harbour, Washington. *Lunds. Univ. Asskr.* N.F. Avd. 21: 1-87.

KYLIN H., 1956 - *Die Gattungen der Rhodophyceen.* Lund. xv + 673 p.

LEWIN J., 1966 - Silicon metabolism in diatoms. V. Germanium dioxide, a specific inhibitor of diatom growth. *Phycologia* 6: 1-12.

LINDSTROM S.C. & WYNNE M.J., 1982 - *Pleonosporium pedicellatum* sp. nov. and notes on *Pleonosporium* spp. (Rhodophyta, Ceramiaceae) from Alaska. *Syesis.* 15: 57-62.

McLACHLAN J., 1973 - Growth media-marine. *In:* STEIN J.R. (Ed.), *Handbook of Phycological Methods.* Cambridge University Press, Cambridge. pp. 25-51.

NORRIS R.E., 1985 - Studies on *Pleonosporium* and *Mesothamnion* (Ceramiaceae, Rhodophyta) with a description of a new species from Natal. *Brit. Phycol. J.* 20: 59-68.

OLIVEIRA E.C. de, 1969 - Algas marinhas do sul do estado do Espirito Santo (Brasil). I. Ceramiales. *Bol. Fac. Filos. Cienc. Let. Univ. São Paulo Ser. Bot.* 26: 343: 1-277.

RUENESS J. & RUENESS M., 1982 - Hybridization and morphogenesis in *Callithamnion hookeri* (Dill.) S.F. Gray (Rhodophyceae, Ceramiales) from disjunct northeastern Atlantic populations. *Phycologia* 21: 137-144.

SCHNEIDER C.W., 1975 - North Carolina marine algae. VI. Some Ceramiales (Rhodophyta) including [redacted] new species of *Dipterosiphonia. J. Phycol.* 11: 391-396.

STEGENGA H., 1986 - The Ceramiaceae (excl. *Ceramium*) (Rhodophyta) on the south west Cape province, South Africa. *Bibl. Phycol.* 74: 1-149.

WITTMANN W., 1963 - Aceto-iron-haematoxylin-chloral hydrate for chromosome staining. *Stain Technol.* 35: 683-695.

WYNNE M.J., 1985 - A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic. *Can. J. Bot.* 64: 2239-2281.

PRESENCIA DE *ANTITHAMNION ALGERIENSE* (RHODOPHYTA, CERAMIALES) EN LAS COSTAS ESPAÑOLAS

M.A. RIBERA SIGUAN* y J. SOTO MORENO**

* Laboratorio Botánica, Facultad de Farmacia, Universidad de Barcelona, 08028 Barcelona.
** Departamento de Biología Vegetal, Facultad de Biología, Universidad de Murcia, Murcia.

RESUMEN - La presencia en la isla de Alborán de *Antithamnion algeriense* Verlaque et Seridi, recientemente descrita de Argelia, representa la segunda cita mundiale de esta especie.

ABSTRACT - The presence in Alborán Island (Spain) of *Antithamnion algeriense* Verlaque et Seridi, recently described from Algeria, represents its second world reference.

RÉSUMÉ - La présence dans l'île d'Alborán (Espagne) de *Antithamnion algeriense* Verlaque et Seridi, récemment décrite de l'Algérie, représente la deuxième citation de cette espèce.

MOTS CLÉS : *Antithamnion algeriense*, Ceramiaceae, chorologie, Méditerranée.

Antithamnion algeriense ha sido descrita recientemiente (*Antithamnion algeriensis* Verlaque et Seridi 1991) en las costas de Argelia. En este trabajo, aportamos la segunda cita mundial de esta especie y primera para las costas españolas.

Descripción

Planta de pequeño tamaño, de 3-4 mm de longitud, de color rosado. Talo formado por ejes de crecimiento ilimitado, no corticados, divididos pseudodicotómicamente, con células de 30-54 µm de ancho y 2.3 a 3.9 veces más largas que anchas. Los ejes secundarios, también de crecimiento ilimitado, se forman generalmente a partir de células axiales sin ramas laterales y se diferencian claramente de estas últimas por presentar ramificación en su célula basal (Fig. 1a). La separación comprendida entre dos ejes secundarios consecutivos no es constante aunque con gran frecuencia el intérvalo comprende 10 células axiales. En una sola ocasión se ha observado el nacimiento de un eje secundario a partir de la célula coxal de una ramificación lateral (Fig. 1b).

Los ejes presentan ramas laterales opuestas de crecimiento limitado. Cada célula axial presenta un par de ramas laterales de 12 celulas como máximo: una célula coxal isodiamétrica, de 15-25 µm de diametro, y las células



Fig. 1 - Talo de *Antithamnion algeriense* Verlaque et Seridi. **x1:** eje principal de crecimiento ilimitado; **x2:** eje secundario de crecimiento ilimitado; **rm:** rama lateral de crecimiento limitado; **pn:** pinnula; **r:** rizoide; **cc:** célula coxal; **cg:** célula glandular; **p:** pelo hialino.

restantes de 9.3-21.8 de ancho y 1.2 a 1.8 veces más largas que anchas (Fig. 1a,b). Las ramas laterales son opuestas pero con un giro de 10° (Verlaque & Seridi, 1991) entre dos pares consecutivos, de forma alterna, dando un aspecto de zigzag a la ramificación (Fig. 1b).

En un ejemplar se ha observado la presencia de 4 ramas laterales en una misma célula axial, situadas por pares a dos niveles diferentes lo que no permite hablar de ramificación verticilada.

Las células de las ramas laterales, menos la coxal, presentan ramillas opuestas, dísticas, con pínnulas de segundo y tercer grado. Este tipo de ramificacion se observa en la parte basal de todas las ramas laterales mientras que en su parte distal suelen presentar sólo ramificación unilateral de forma abaxial (Fig. a,b).

Nuestros ejemplares presentaban abundantes pelos hialinos, de 1.5-2.8 μm de grosor y una longitud de 22.3-35.6 μm, en las células apicales de las ramas laterales cercanas a la zona apical de los ejes, o sea s˝lo en las partes j˝venes de la planta (Fig. 1a). Esta disposición junto a la observación de cicatrices en otras células apicales indica una rápida caducidad de los pelos. Esta característica no consta en la descripción original de la especie por lo que sería interesante poder estudiar un mayor número de ejemplares y determinar la estabilidad de este caracter.

Es frecuente la presencia de uno o dos filamentos rizoidales en las células coxales de las ramificaciones laterales. Son filamentos pluricelulares, no ramificados, de 15-32.5 μm de diámetro, que, si bien normalmente están reducidos a una sola célula, pueden llegar a alcanzar un gran desarrollo y presentar una estructura pluricelular de fijación en su extremo (Fig. 1b).

Abundan las células glandulares elípticas, de 7.8-13.5 μm de ancho por 14.6-21.1 μm de largo, situadas sobre 2 o 3 células de algunas ramillas opuestas de las ramas laterales (Fig. 1a,b). Estas ramillas portadoras de células glandulares no presentan pínnulas y suelen constar de 5 células como máximo.

No se han observado órganos reproductores.

Discusión

La frecuencia de aparición de pelos hialinos varía enormemente dentro de una misma especie y puede fluctuar según la estación del año y las condiciones ambientales (Dixon & Irvine, 1977). En general, la presencia de pelos en el género *Antithamnion* es poco frecuente (Cormaci & Furnari, 1987). Aunque algunas especies de *Antithamnion* se hayan descrito atendiendo prioritariamente a la presencia de pelos apicales, entre otras *A. piliferum* Cormaci et Furnari, también es sabido que para la mayoría de las Ceramiáceas la presencia de pelos es un caracter variable de poco valor sistemático.

En la actualidad se desconoce cual es la función de estos pelos en las rodofíceas. Una mayor presencia de pelos en la época de desarrollo de la planta puede sugerir una función de ampliación de la superficie de absorción de nutrientes durante el crecimiento activo (Dixon, 1973). Esta función está plenamente demostrada en otros grupos de algas como los cianófitos donde, mediante cultivos, se ha comprobado que la deficiencia de fósforo en el medio puede dar lugar a la formación de pelos apicales pluricelulares (Whitton, 1987). En las Ceramiáceas se ha sugerido también una relación entre los pelos y la absorción de nutrientes (Feldmann & Feldmann, 1939; De Boer & Whoriskey, 1981; Hurd *et al.*, 1991). Igualmente se ha intentado relacionar estas

formaciones con la intensidad luminosa. El predominio de individuos con pelos apicales en lugares fuertemente iluminados sugiere una función de protección de los efectos de una irradiación excesiva (Dixon. 1973). Para *Fosliella farinosa* (Lamouroux) Howe, en concreto, se ha observado una abundancia de tricocistes en plantas de lugares fuertemente iluminadas mientras que estos desaparecen de las plantas de lugares de escasa iluminación (Chamberlain, 1977). Esta teoria se contradice con los resultados de estudios experimentales sobre *Hypnea cervicornis* J. Agardh donde el desarrollo de pelos tiene lugar siempre en los ejemplares cultivados bajo una iluminación inferior a 100 (Mshigeni, 1976).

Seria interesante estudiar, mediante cultivos, la posible relación entre la formación de pelos y otras características del medio o del talo en el grupo de las Ceramiáceas, en el que estas prolongaciones se presentan con cierta frecuencia (*Aglaothamnion*, *Callithamnion*, incluso *Ceramium*, etc.) mostrando siempre una gran variabilidad. Por ejemplo, *Antithamnion cruciatum* var. *profundum* G. Feldmann presenta esporádicamente pelos (L'Hardy-Halos, 1968) mientras que la var. *typicum* no los presenta, lo que podria estar ligado a un conjunto de factores físico-químicos como luz, hidrodinamismo, nutrientes, etc. En cuanto al hidrodinamismo, por ejemplo, Harris (1962) indica que los pelos hialinos de los individuos del género *Callithamnion* de lugares batidos alcanzan un mayor desarrollo.

Asi mismo se ha observado para *Callithamnion byssoides* Arnott ex Harvey (Rueness & Rueness, 1980) y para *Aglaothamnion heterocladum* Funk (Athanasiadis, 1983) la formación de pelos apicales en los gametófitos femeninos obtenidos en cultivo, lo que relacionaria su presencia con la funcionalidad del individuo.

Nuestros ejemplares han sido recolectados en profundidad, a 32 metros, en una comunidad esciáfila. Este hábitat difiere totalmente del de los ejemplares de Argelia, recogidos en superficie (0.5 m de profundidad) lo que quizás podria explicar algunas variaciones morfológicas del talo como la presencia de pelos.

Contemporáneamente a la descripción de esta especie se ha descrito *Antithamnion amphigeneum* Millar para las costas de Australia (Millar, 1990). Esta especie se caracteriza fundamentalmente por presentar dos tipos de nacimiento de las ramificaciones del eje principal tanto a partir de una célula axial que no presenta ramificación opuesta como a partir de una coxal de una ramilla lateral que si presenta una opuesta. Además de este carácter esta especie presenta otras importantes similitudes con *A. algeriense*, de la que, según la descripción, se diferenciaria principalmente por la disposición strictamente distica de las ramillas opuestas asi como por la presencia, no claramente observable en los fotografias de la publicación, de pinnulas de hasta cuarto grado. Asi mismo existe una diferencia en la longitud de las células de las ramillas opuestas ya que, si bien el número de células que presentan es semejante en las dos especies, la longitud de dichas ramillas es superior en *A. amphigeneum* (550 μm) que en *A. algeriense* (320 μm). Igualmente en *A. amphigeneum* las ramillas que sustentan las células glandulares son idénticas a las restantes mientras que en *A. algeriense*, tal como ya se indica anteriormente, dichas ramillas presentan ligeras modificaciones.

Millar (1990) indica asi mismo que *Antithamnion diminuatum* Wollaston presenta igualmente dos tipos de nacimiento de ramas de crecimiento ilimitado pero se diferenciaria de *A. amphigeneum* por la disposición decusada de su ramificación opuesta. Esta diferenciación asemejaria aún más *A. diminuatum* ■

A. algeriense, pero *A. diminuatum* presenta importantes diferencias morfológicas con *A. algeriense*, como, por ejemplo, la ramificación de las ramillas opuestas que presenta de 1 a 3 pares de pínnulas opuestas proximales mientras que las pínnulas opuestas proximales mientras que las pínnulas de la zona distal son alternas (Norris, 1987).

Debemos indicar finalmente que el género gramatical de *Antithamnion* es neutro (P. Lain, comm. *in litt.*), por lo que hemos corregido el restrictivo de esta especie en virtud del artículo 23.5 del actual Código Internacional de Nomenclatura Botánica.

Localización

Isla de Alborán (España) a 32 metros de profundidad, 16-07-90, epífita de *Carpomitra costata* (Stackhouse) Batters. BCF. A-9618.

Distribución

Argelia (Verlaque & Seridi, 1991, F.1307 LBLEB).

Agradecimientos

Queremos agradecer al Prof. Ch. F. Boudouresque y a la Dra. M.-Th. L'Hardy-Halos su ayuda en la determinación y discusión de esta especie.

BIBLIOGRAFIA

ATHANASIADIS A., 1983 - The life history of *Antithamnion heterocladum* (Rhodophyta, Ceramiales) in culture. *Bot. Mar.* 26: 153-157.

CHAMBERLAIN Y.M., 1977 - Observations on *Fosliella farinosa* (Lamour.) Howe (Rhodophyta, Corallinaceae) in the British Isles. *Brit. Phycol. J.* 12: 343-358.

CORMACI M. & FURNARI G., 1987 - *Antithamnion piliferum* sp. nov. (Ceramiaceae, Rhodophyta) from eastern Sicily (Mediterranean Sea). *Cryptogamie, Algol.* 8: 223-232.

DeBOER J.A. & WHORISKEY F., 1981 - Red algae hair cells: possible role in nutrient uptake. *J. Phycol.* 17, suppl. 3: 70.

DIXON P.S., 1973 - *Biology of the Rhodophyta.* OLIVER & BOYD (Eds.) Edinburgh. 285p.

DIXON P.S. & IRVINE L., 1977 - *Seaweeds of the British Isles. Vol. I Rhodophyta. Part I. Introduction. Nemaliales. Gigartinales.* British Museum. London. 252p.

FELDMANN J. & FELDMANN G., 1939 - Structure cytologique et rôle physiologique des organes piliformes des Céramiacées. *Compt. Rend. Hebd. Séances Acad. Sci.* 209: 1003-1005.

HARRIS R.E., 1962 - Contribution to the taxonomy of *Callithamnion* (Lyngbye) Nägeli. *Bot. Not.* 115.

HURD C.L., GALVIN R.S. & NORTON T.A., 1991 - The role of hyaline hairs in phosphate uptake by *Fucus* species. *Brit. Phycol. J.* 26: 88-89.

L'HARDY-HALOS M.-Th., 1968 - Les Ceramiaceae (Rhodophyceae, Florideae) des côtes de Bretagne: I. Le genre *Antithamnion* Naeg. *Rev. Algol.* 9: 152-183.

MILLAR A.J.K., 1990 - Marine Red Algae of the Coffs Harbour Region, Northern New South Wales. *Aust. Syst. Bot.* 3: 293-593.

MSHIGENI K.E., 1976 - On the development of hyaline hairs in *Hypnea* Lamouroux (Rhodophyta, Gigartinales). *Bot. Mar.* 19: 309-311.

NORRIS R.E., 1987 - Species of *Antithamnion* (Rhodophyceae, Ceramiaceae) occurring on the Southeast African Coast (Natal). *J. Phycol.* 23: 18-36.

RUENESS J. & RUENESS M., 1980 - Culture and field observations on *Callithamnion byssoides* (Rhodophyta, Ceramiales) from Norway. *Sarsia* 65: 29-34.

VERLAQUE M. & SERIDI H., 1991 - *Antithamnion algeriensis* nov. sp. (Ceramiaceae, Rhodophyta) from Algeria (Mediterranean Sea). *Bot. Mar.* 34: 153-160.

WHITTON B.A., 1987 - *The Cyanobacteria. In* P. FAY & C. Van BAALEN (Eds), The Cyanobacteria, Amsterdam, 513 p.

LAS ALGAS DEL SISTEMA DEL RIO LIMAY (REPUBLICA ARGENTINA)

II. CHLOROPHYTA 2. VOLVOCALES Y TETRASPORALES

S.A. GUARRERA y R.O. ECHENIQUE

División Ficologia, Facultad de Ciencias Naturales y Museo,
Paseo del Bosque s n, 1900 La Plata, Argentina.

RESUMEN - En este trabajo damos a conocer los taxa pertenecientes a los Ordenes *Volvocales* y *Tetrasporales* hallados en el Sistema del Rio Limay. En él se describen 15 taxa de los cuales *Gonidium formosum* var. *alicurense* es nueva para la ciencia y *Chlamydomonas umbonata*, *Tetraspora lamellosa y Paulschulzia tenera* son nuevas citas para Argentina.

ABSTRACT - This paper deals with fifteen taxa of *Volvocales* and *Tetrasporales* inhabiting the Limay River System. *Gonium formosum* var. *alicurense* is new for science and *Chlamydomonas umbonata*, *Tetraspora lamellosa* and *Paulschulzia tenera* constitute new mentions for Argentina.

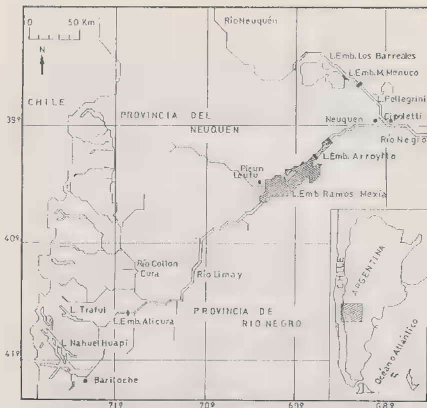
RÉSUMÉ - 15 taxa de *Volvocales* et *Tetrasporales* récoltés dans la rivière Limay sont décrits et illustrés. *Gonium formosum* var. *alicurense* est nouveau pour la science; *Chlamydomonas umbonata*, *Tetraspora lamellosa* et *Paulschulzia tenera* sont nouveaux pour l'Argentine.

PALABRAS CLAVES - Chlorophyta, Volvocales, Tetrasporales, Rio Limay, Argentina.

El presente trabajo forma parte de un conjunto que tiene por objeto dar a conocer los diversos componentes de la Ficoflora del Sistema del Rio Limay (Mapa).

En esta contribución se hace referencia a los taxa comprendidos en los Ordenes *Volvocales* y *Tetrasporales* de acuerdo con Bourrelly (1972). Estos grupos algales se encuentran muy bien representados en el Sistema. Se describen 15 taxa, de los cuales *Gonium formosum* var. *alicurense* es nuevo para la ciencia y *Chlamydomonas umbonata*, *Tetraspora lamellosa* y *Paulschulzia tenera*, son nuevas citas para Argentina.

Las características geomorfológicas y climáticas del Sistema y la metodologia empleadea para la realización de este trabajo, han sido descriptas en Guarrera *et al.* (1987).



Mapa: area de estudio.

Orden VOLVOCALES

Familia CHLAMYDOMONADACEAE

Género *Chlamydomonas*

Chlamydomonas gracilis Snow (Fig. 1)

Células elipsoidales u oviformes. Pared fina y no expandida. Polo anterior terminado en una papila poco significativa y el posterior más o menos convexo. Cloroplasto acopado con un pirenoide basal. Vacuolos pulsátiles 1 ó 2 (?) bien visibles. Estigma en la región media. Células: 8 μm de ancho x 12-13 μm de largo.

Distribución*: Lago-embalse E. Ramos Mexía.

* Distribución: se refiere solamente a la presencia de los diferentes taxa dentro del Sistema del Rio Limay.

Chlamydomonas globosa Snow (Fig. 2)

Células globosas sin papilas, rodeadas por vaina gelatinosa hialina. Chloroplasto acopado con un pirenoide basal. Vacuolo pulsátil en el polo anterior. Células sin vaina: 6 μm de ancho x 10 μm de largo.

Distribución: Lago embalse E. Ramosa Mexía.

Chlamydomonas umbonata Pascher (Fig. 3)

Células globosas, con una papila bien manifiesta. Cloroplasto acopado con un pirenoide grande, basal. Estigma en la parte media superior. Vacuolo pulsátil, en posición anterior. Célula: 10 μm de ancho x 12 μm de largo.

Distribución: Lago-embalse E. Ramos Mexía.

Observaciones: nueva para Argentina.

Chlamydomonas sp. (Fig. 4)

Células oviformes provistas de una vaina estratificada que se ensancha desde el polo anterior al posterior. Cloroplasto acopado con un pirenoide. Vacuolos pulsátiles 2, anteriores. No se observó estigma. Célula, incluida la vaina: 10 μm de ancho x 16 μm de largo.

Distribución: Río Limay (Alicurá).

Familia VOLVOCACEAE

Género *Gonium*

Gonium formosum var. *alicurense* var. nov. (Fig. 6).

Coenobia subquadrata, plana, cum vagina gelatinosa, multiperforata munita; cellulae globosae, ovoideae vel piriformes biseriatim dispositae; series interior cum quatuor cellulis, exterior cum duodecim cellulis formata; cellulae vaginae productionibus inter se connexae; chloroplastus unicus olliformis cum pirenoide una et stigma uno; coenobii diameter: 19,6 μm; cellula: 3,4 x 4,2 μm.

A var. formosum differt cellulae et coenobii ob minore diametro et spatio centrale 4-gonale.

Cenobios subcuadrados, planos con vaina gelatinosa multiperforada. Células globosas, ovoides o piriformes distribuidas en dos series, una interna de 4 células que determina una espacio central tetragonal y otra externa de 12 células. Cloroplasto único acopado con 1 pirenoide y un estigma. Cenobio: 19,6 μm de lado. Células: 3,4 μm de ancho x 4,2 μm de largo.

Distribución: Río Limay (Alicurá). Holotypus (LPC 3291)*; Río Traful y lago-embalse E. Ramos Mexía.

Observaciones: difiere de la especie tipo por el menor tamaño del cenobio y de las celulas y por el espacio central tetragonal.

---

* LPC: corresponde al n° del Herbario del Museo de La Plata (Criptógamas). Sólo se indica para los nuevos taxa.

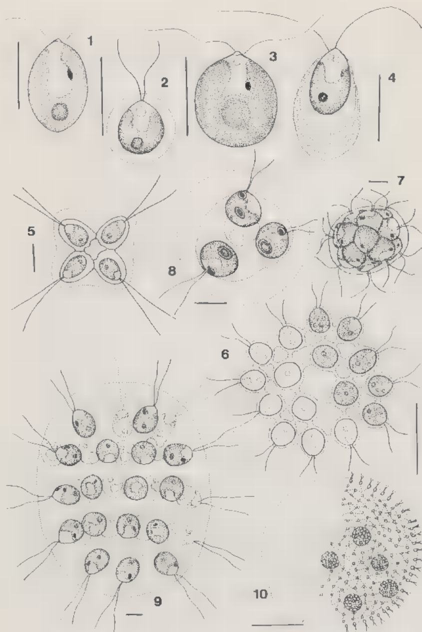


Fig. 1: *Chlamydomonas gracilis*. Fig. 2: *Chlamydomonas globosa*. 3: *Chlamydomonas umbonata*. 4: *Chlamydomonas* sp. 5: *Gonium sociale*. 6: *Gonium formosum* var. *alicurense* var. nov. 7: *Pandorina morum*. 8: *Pandorina smithii*. 9: *Eudorina elegans*. 10: *Volvox aureus*. La escala correspondiente a cada figura equivale a 10 μm, excepto *Volvox aureus* donde la escala equivale a 100 μm.

Gonium sociale (Dujardin) Warming (Fig. 5).

Cenobios cuadricelulares, planos, perforados en el centro y provisto de una vaina bien visible. Células ovoides dispuestas en cruz, con el polo flagelado dirigido hacia el exterior del cenobio. Cloroplasto acopado con un pirenoide. Células: 10 μm de ancho x 15 μm de largo.

Distribución: Río Limay; Lago-embalse E. Ramos Mexia.

Género ***Pandorina***

Pandorina morum (O.F. Müller) Bory (Fig. 7).

Cenobios globoso-alargados y provistos de una vaina gelatinosa, formados por 8-16 células dispuestas en forma laxa o comprimidas entre sí. Cenobios de 150 μm de diámetro aproximadamente. Células de 10-17 μm de diámetro.

Distribución: En todo el Sistema del Río Limay.

Pandorina smithii Chodat (Fig. 8).

Cenobios formados por 4-32 células globosas dentro de una vaina gelatinosa común muy gruesa. Cloroplasto acopado. Células de 10-12 μm de diámetro con vacuolo pulsátil y con un estigma plano. Cenobio de 4 células: 42 μm de diámetro.

Distribución: Lago-embalse E. Ramos Mexia.

Observaciones: muy escaso en el Sistema estudiado.

Género ***Eudorina***

Eudorina elegans Ehrenberg (Fig. 9).

Cenobios más o menos elipsoidales, formados por 32 células esféricas o subesféricas de 18 μm de diámetro, distribuidas en 5 series, 2 polares de 4 células y 3 internas de 8. Diámetro del cenobio: 180 μm.

Distribución: Lagos-embalse E. Ramos Mexia y Arroyito.

Género ***Volvox***

Volvox aureus Ehrenberg (Fig. 10).

Cenobios o colonias esféricas, macroscópicas, formadas por 500-1000 células globosas de 4-5 μm de diámetro interconectadas por filamentos citoplasmáticos en forma de red. Cloroplasto único y parietal, acopado.

Distribución: Lagos-embalse E. Ramos Mexia y Arroyito.

Orden TETRASPORALES

Familia TETRASPORACEAE

Género *Apiocystis*

Apiocystis brauniana Nägeli (Fig. 11).

Colonias gelatinosas piriformas de 80 μm de ancho x 160 μm de largo, provistas de una prolongación en forma de pie corto que termina en un disco



Fig. 11: *Apiocystis brauniana.* 12 a-b: *Tetraspora lamellosa.* 13: *Schizochlamys gelatinosa.* 14: *Schizochlamys* sp. 15 a-b: *Paulschulzia tenera.* La escala correspondiente a cada figura equivale a 10 μm.

basal. Células globosas, distribución uniformemente en grupos de 4, en la periferia de la colonia, provistas de 2 largos pseudoflagelos. Diámetro celular: 8 μm.

Distribución: Ríos Limay (Alicurá) y Traful (Confluencia).

Género *Tetraspora*

Tetraspora lamellosa Prescott (Fig. 12 a-b).

Talo expandido, lobulado, gelatinoso. Células globosas de 8-10 μm de diámetro, dispuestas laxamente en grupos de 2-4 rodeados por vainas gelatinosas bien definidas y no confluentes. Dos pseudoflagelos largos por célula. Cloroplasto acopado con 1 pirenoide.

Distributión: Ríos Caleufu y Limay (Alicurá).

Observaciones: nueva para Argentina.

Género *Schizochlamys*

Schizochlamys gelatinosa Braun *in* Kützing (Fig. 13).

Talos gelatinosos amorfos, expandidos. Células oblongo-elipsoidales o esféricas, reunidas en grupos de 2-4 rodeadas por restos de la pared materna. Pseudoflagelos numerosos, largos que nacen en uno de los polos. Cloroplasto único, con un pirenoide. Diámero celular: 9-12 μm

Distribución: Lago-embalse E. Ramos Mexia; Río Limay (Alicurá).

Schizochlamys sp. (Fig. 14).

Colonias microscópicas, gelatinosas. Células esféricas o subesféricas dispuestas apretadamente en grupos de 2-4, con plástido acopado y un pirenoide. Cuatro pseudoflagelos más bien cortos en el polo anterior. Diámetro celular: 5-6 μm.

Distribución: Río Collon Cura.

Observaciones: difiere de *Sch. gelatinosa* por el menor tamaño celular y por el menor numero y longitud de los pseudoflagelos. Podría tratarse de un nuevo taxón.

Género *Paulschulzia*

Paulschulzia tenera (Korchikoff) Lund (Fig. 15 a-b)

Colonias globosas, simples o complejas, de hasta 180 μm de diámetro. Células esféricas, dispuestas 2-4, en planos diferentes y provistas de pseudoflagelos. Cloroplasto acampanado con un pirenoide. Diámetro celular: 8 μm.

Distribución: en todo el Sistema del Río Limay.

Observaciones: Guarrera (1977) cita a *P. pseudovolvox* aunque por su descripción y dibujo se trata de *P. tenera*. Se cita por primera vez para Argentina.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por Hidronor S.A. ■ cuyas autoridades y personal científico y técnico los autores agradecen. A los licenciados H.A. Labollita, M.A. Casco y M.M. Petrocchi por su colaboración y al personal de apoyo del CONICET, Nilda Malacalza y Nora Galván, por las ilustraciones y el mecanografiado del trabajo, respectivamente.

BIBLIOGRAFIA

BOURRELLY P., 1972 - Les algues d'eau douce I: Les algues vertes. Paris N. Boubée Ed. 2: 572 p.

GUARRERA S.A., 1977 - Algas de agua dulce para Argentina. I. Chlorophyta de Chubut. *Obra Cent. Mus. La Plata III, Bot.*: 21-44.

GUARRERA S.A., CASCO M.A., ECHENIQUE R.O. & LABOLLITA H.A., 1987 - Las algas del Sistema del Río Limay (República Argentina) I. *Cyanophyta, Chroococcales* y *Chamaesiphonales*. *Rev. Mus. La Plata Bot.* XIV (96): 163-189.

STICHOTHAMNION CYMATOPHILUM (RHODOMELACEAE, RHODOPHYTA) A NEW RECORD FOR MEDITERRANEAN ALGAL FLORA*

G. SARTONI

Dipartimento di Biologia Vegetale, Via La Pira 4, 50121 Firenze, Italy

ABSTRACT - The presence of *Stichothamnion cymatophilum* Børgesen (Rhodomelaceae, Rhodophyta) in the island of Alboran (Mediterranean Spain) is reported. Tetrasporangial and gametangial plants of this species, previously known from the Canary Islands only, have been collected in the lower eulittoral zone, growing on the surface of ralfsioid brown algae. Its vegetative and reproductive characteristics are illustrated.

RÉSUMÉ - *Stichothamnion cymatophilum* Børgesen (Rhodomelaceae, Rhodophyta), espèce connue jusqu'à present seulement des Canaries, a été récolté à l'île d'Alboran (Espagne) dans l'horizon inférieur de l'étage médiolittoral sur les thalles ralfsioïdes. Les thalles végétatifs et gamétophytiques sont illustrés.

KEY WORDS : *Stichothamnion*, new record, Alboran sea.

INTRODUCTION

The genus *Stichothamnion* was established by Børgesen (1930) on material collected in Gran Canaria (Canary Islands). In subsequent years *Stichothamnion cymatophilum* Borgesen has not been reported from any other localities and *Stichothamnion* is regarded by Feldmann (1947) as a Canarian palaeoendemic genus for its obscure affinities with related genera of the Rhodomelaceae. More recently, *S. cymatophilum* has been reported from two other localities of the Canary Islands: Tenerife (Afonso-Carrillo *et al.*, 1979) and Gomera (Haroun Tabraue *et al.*, 1984).

However, another species: *Stichothamnion antillarum* Vroman, which differs from *S. cymatophilum* in its larger dimensions and higher number of pericentral cells, has been described from the Netherlands Antilles (Vroman, 1967).

During a field survey in the island of Alboran (Mediterranean Spain) particular attention was given to the algal vegetation of the eulittoral zone and a rhodomelacean alga, whose morphology agrees with *S. cymatophilum*, was collected growing upon crustose brown algae.

The purpose of this paper, besides reporting *S. cymatophilum* for the first time from the Mediterranean, is to describe the habit and the vegetative and reproductive morphology of the plants collected in the island of Alboran.

* This work was supported by a grant of M.U.R.S.T.



Fig. 1 - *Stichothamnion cymatophilum* Børgesen. Prostrate filaments with erect branches and rhizoids.

MATERIALS AND METHODS

Tetrasporangial and gametangial plants of *Stichothamnion cymatophilum* were collected on 10 September 1985, just outside the harbour of the island of Alboran, in the lower eulittoral zone under moderate to strong wave action.

Collections were fixed and preserved in formalin-glycerin-alcohol-seawater (1:2:2:5). For morphological observations the material was stained in 1% aniline blue and 0.5% HCl, washed in seawater and made permanent on a mixture of 50% Karo (corn syrup), 1% aniline blue and 0.5% HCl. Drawings were made with a camera lucida. Photographs were taken on a Zeiss Axiophot microscope.

Herbarium specimens and slide preparation are deposited in the Herbarium Universitatis Florentinae (FI).

VEGETATIVE AND REPRODUCTIVE MORPHOLOGY

Thallus up to 3 mm high, showing a marked dorsiventrality with an extensive and relatively prominent prostrate basal system bearing erect branches subdichotomously ramified and placed in one row. Prostrate, indeterminate filaments 50-70 μm in diameter, growing in length by means of a large apical cell and attached to the substrate by thickwalled, unicellular rhizoids 250-400 μm long and 15-25(30) μm broad, without digitate tips (Figs. 1, 2). Rhizoids cut off

from the center of the lower pericentral cells of nearly all segments of the prostrate filaments, 1-3 for each segment (Fig. 3). Segments relatively short with a length width ratio of 0.5-0.8. Erect, determinate branches arising at intervals of mostly 3-6 segments from the prostrate filaments, endogenous in origin with segments 30-50 μm high and 40-60 μm in diameter usually a little narrowed at the base, bearing a few lateral branches of similar diameter forming an acute angle with the main branch. Adventitious branchlets rather frequent. Pericentral cells 8, ecorticate. Trichoblasts never branched, found only in the upper end of the determinate branches, spirally arranged and forming only one long filament 15-20 μm in diameter and up to 1-1.5 mm long.

Female plants bearing immature, short-stalked cystocarps near the upper end of the branchlets. Cystocarps globular to urceolate in shape, 150-200 μm broad and 230-280 μm long, tapering upwards to a rather evident neck, with angular pericarp cells more or less isodiametric in surface view, and with smaller sized cells around the ostiolar rim (Fig. 4).

Male plants with subcylindrical, often a little incurved, spermatangial branches 215-270 μm long and 35-40 μm in diameter with a single domeshaped, sterile apical cell or, rarely, without sterile tip. The two lowermost cells of the trichoblast remain sterile, the upper one of these forming a short stalk (Fig. 5).

Tetrasporangial plants, like female plants, more developed in comparison with male plants. Immature tetrasporangia forming slightly spiral series in the upper laterals, one in each segment, 45-50 μm in diameter, somewhat broader than long (Fig. 6).

ECOLOGY

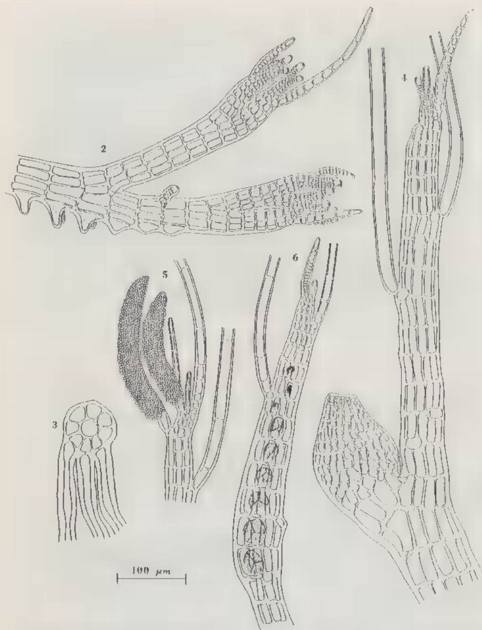
Stichothamnion cymatophilum grows in the lower eulittoral zone together with small tufts of *Compsonema minutum* (C. Agardh) Kuckuck on the surface of crustose brown algae like *Ralfsia verrucosa* (Areschoug) J. Agardh, *Acrospongium ralfsioides* Schiffner and the "*Microspongium gelatinosum*" phase of *Scytosiphon lomentaria* (Lyngbye) Link.

This epiphytic association has been emphasized by Børgesen (1930) as well, and it seems a peculiar characteristic of *S. cymatophilum* because its long and vigourous rhizoids can easily get through the erect or slightly curved perithallial filaments of these ralfsioid brown algae, which provide colonizable substrate to this species.

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

The specimens collected on the Island of Alboran are in close agreement with the descriptions and illustrations given by Børgesen (1930). The most distinctive features of the genus are the dorsiventral construction, the endogenous origin of the erect branch system placed in one row on the prostrate filaments, and the unbranched trichoblasts.

The genus *Stichothamnion* shows some similarities with *Dasythamnion*, a monotypic genus described by Dangeard (1951) and later renamed *Pycnothamnion* (Dangeard, 1952). *Pycnothamnion crustaceum* Dangeard resembles *Stichothamnion cymatophilum* in the dorsiventral construction, the number of pericentral cells, the arrangement of reproductive structures, and the unbranched trichoblasts. Points of difference include an exogenous origin of the determinate



Figs. 2-6: *Stichothamnion cymatophilum* Børgesen. Fig. 2: Apical portion of the prostrate filament with normal and adventitious erect branch. Fig. 3: Transverse section of prostrate filament with rhizoids cut off from pericentral cells. Fig. 4: Branch apex with immature cystocarp. Fig. 5: Spermatangial branches. Fig. 6: Branch apex with immature tetrasporangia.

branches and a greater frequency of intercalary, adventitious erect branches which, on the contrary, are endogenous in origin and irregularly disposed on the dorsal side of the prostrate filaments. Therefore in *P. crustaceum* the erect branch system takes the aspect of a compact fringe no more than 1 mm high. A further difference, probably due to the diversity in the substrate, is found in the apices of the rhizoids which in *P. crustaceum* are dilated in digitate tips.

Stichothamnion cymatophilum represents a new addition to the algal flora of the Mediterranean. However, considering the fact that the algal vegetation of the Alboran sea is largely Atlantic in its affinities, the presence of this species along rocky shores of the island of Alboran is not surprising. Nevertheless, it is probable that the distribution of *S. cymatophilum* in the Mediterranean is limited to only the western areas of the African coastal region where, being small and scattered over crustose brown algae, it has been over looked until now.

BIBLIOGRAPHY

AFONSO-CARILLO J., GIL-RODRIGUEZ M.C. & WILDPRET de la TORRE W., 1979 - Estudio de la vegetación algal de la costa del futuro poligono industrial de Granadilla (Tenerife). *Vieraea* 8: 201-242.

BORGESEN F., 1930 - Marine algae of the Canary Islands, especially from Teneriffe and Gran Canaria. III. Rhodophyceae. Part III. Ceramiales. *Det Kgl. Dansk. Vidensk. Selsk. Biol. Medd.* 9 (1): 1-159.

DANGEARD P., 1951 - Sur un genre nouveau de Rhodomélacées à organisation dorsiventrale (*Dasythamnion* nov. gen.). *Botaniste* 35: 1-10.

DANGEARD P., 1952 - Algues de la presqu'île du Cap Vert (Dakar) et de ses environs. *Botaniste* 36: 193-329.

FELDMANN J., 1947 - La flore marine des Iles Atlantides. *In* Contribution à l'étude du peuplement des Iles Atlantides. *Mém. Soc. Biogéogr.* 8: 395-435.

HAROUN TRABRAUE R.J., GIL-RODRIGUEZ M.C., AFONSO-CARILLO J. & WILDPRET de la TORRE W., 1984 - Estudio del fitobentos del roque de los organos (Gomera). Catàlogo floristico. *Vieraea* 13 (1-2): 259-276.

VROMAN M., 1967 - A new species of *Stichothamnion* (Rhodophyta) from the West Indies. *Acta Bot. Neerl.* 15: 557-561.

INFLUENCE OF AFLATOXIN B_1 ON GROWTH, PHOTOSYNTHETIC OXYGEN EVOLUTION AND REGREENING OF *CHLORELLA FUSCA* (CHOROCOCCALES, CHLOROPHYTA)

O.H. SAYED* and E.M. FADL-ALLAH

Department of Botany, Faculty of Science, University of Minia, Minia, Egypt.

ABSTRACT - Treatment of the green alga *Chlorella fusca* Shih. et Krauss with aflatoxin B_1 (AFB_1) induced a variety of toxic responses including cessation of cell division and inhibition of photosynthetic oxygen evolution. Other AFB_1-induced metabolic disorders involved inhibition of chlorophyll synthesis and reduction of cell contents of carbon, nitrogen, and phosphorus. Light-induced regreening of orange nitrogen-deficient cells was also inhibited.

KEY WORDS : Aflatoxin B_1, *Chlorella*, oxygen evolution, regreening.

INTRODUCTION

AFB_1 is a potent hepatocarcinogen known to induce toxic effects in animals that include inhibition of DNA-dependent RNA synthesis and changes in liver mitochondria (Sporn *et al.*, 1966). In plants, AFB_1 has been reported to inhibit germination and root growth of soybeans (Jones *et al.*, 1980), as well as death of floral buds (Reiss, 1969). Moreover, AFB_1 was shown to inhibit growth of *Chlorella pyrenoidosa* Chick (Sullivan & Ikawa, 1972), and chlorophyll synthesis in mung leaves (Sinha & Kumari, 1990). Reviews in the literature emphasize the need for work to shed more light on the effect of AFB_1 on the photosynthetic machinery (Dashek & Llewellyn, 1983). This paper describes the influence of AFB_1 on growth, and photosynthetic oxygen evolution in *Chlorella fusca* Shih. et Krauss which through its degreening-regreening capability provides an ideal model for examining the effects of AFB_1 on developing photosynthetic machinery.

MATERIALS AND METHODS

Chlorella fusca 211-15 from the Collection of Algal Cultures (Gottingen, Germany) was grown in 12th day/night cycles in a nitrate-rich medium (Grimme & Porra, 1974). Cells were degreened at 25°C and continuous illumination of 250 $\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$ in a similar but a nitrate-sparse medium (Grimme & Porra, 1974). For regreening, orange cells were harvested, washed and resus-

* To whom correspondence should be sent.

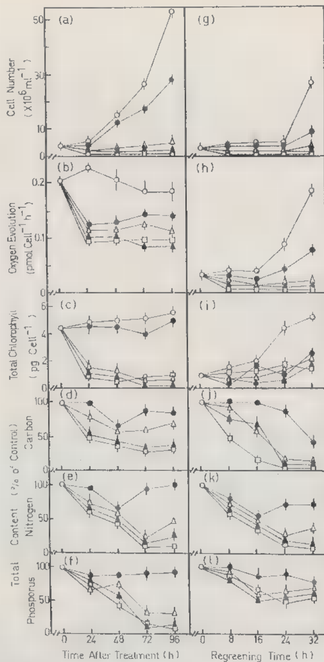


Fig. 1. - The effect of AFB_1 concentrations on growth and various physiological parameters of green (a-f) and orange nitrogen-deficient (g-l) cells of *Chlorella fusca*. (o) Control, (●) 0.1, (Δ) 1.0, (▲) 10, and (□) 100μml^{-1}. (± SE, n = 3). Control values (pg cell^{-1}) for green cells were 60 C, 5.3 N, 4.1 P, and for orange cells: 60 C, 5.4 N, 5.8 P.

pended in a nitrate-rich medium under continuous illumination. Cultures were sparged with fine bubbing at 25°C. AFB_1 in 0.03% dimethylsulfoxide was added to give concentrations in the range of 0.1-100 μgml^{-1}. Dimethylsufoxide (0.03%) was also added to control cultures. Cell numbers were determined with a haemocytometer (Richert-Jung, USA) and chlorophyll was determined after Boger (1964). Oxygen evolution was measured in an oxygen electrode (Rank Brothers, UK) at 25°C and a quantum flux density of 850μmol m^{-2} s^{-1}. For analysis, cells were harvested, washed and the contents of carbohydrates, nitrogen and phosphorus were determined after Dubois *et al.*, (1956), Vogel (1968) and Jackson (1960), respectively.

RESULTS

Treatment of green cells with 0.1μgml^{-1} resulted in 50% inhibition of growth with higher levels causing complete inhibition (Fig. 1a). Oxygen evolution was inhibited 24h after treatment, with high levels causing a marked inhibition and a reduction in chlorophyll content (Fig. 1b and c). Contents of carbon, nitrogen and phosphorus of treated cells gave reduced values when expressed as percentages of their corresponding control at each measurement. These values also exhibited declining trends in a pattern that was AFB_1-concentration dependent (Fig. 1d, e, and f, respectively).

Regreening of *Chlorella* cells resulted in a 14-fold increase in cell number which was inhibited 32% by 0.1 μgml^{-1} AFB_1 with higher levels causing complete inhibition (Fig. 1g). Regreening was complete within 24h as both oxygen evolution (Fig. 1h) and chlorophyll content (Fig. 1i) reached levels comparable to those of normal green cells (Fig. 1b, and c). Treatments resulted in further reduction of the residual oxygen evolving activity of the nitrogen-deficient cells (Fig. 1h) as well as complete inhibition of regreening (Fig. 1i). In addition, treatments resulted in reduction of cell contents of carbon, nitrogen, and phosphorus (Fig. 1j, k and l, respectively).

DISCUSSION

AFB_1 caused retardation of cell division, with high levels causing complete cessation of this process in both green and orange cells. The increase in cell number of control regreening cells indicated that each cell in the population had divided to give approximately eight daughter cells (Fig. 1g). Cells treated with 0.1 μml^{-1} attained a slower rate denoting some 75% inhibition of cell division and cells treated with higher levels failed to increase in number. AFB_1 is known to induce mitotic disturbances due to inhibition of chromatin-bound DNA-dependent RNA polymerase (Dashek & Llewellyn, 1983). Reduction of nitrogen contents of AFB_1-treated cells (Fig. 1e and k) may also reflect induced inhibition of protein synthesis as has previously been reported (Tripathi & Misra, 1981).

Oxygen evolution by green cells was inhibited by treatments with AFB_1. Inhibited photosynthesis is presumably largely responsible for the observed reduced carbon content. In orange cells AFB_1 caused reduction of the residual oxygen evolving activity and their failure to regreen. Chlorophyll synthesis and development of an oxygen evolving capability during regreening of orange nitrogen-deficient cells are considered to be two separable processes. The former being dependent on aerobic conditions, and the latter accompanies the regreening only in the light (Grimme, 1978). Inhibition of oxygen evolution in green

cells at 0.1 μgml^{-1} occurred without reduction of chlorophyll content (Fig. 1b and c) suggesting a direct inhibitory effect of AFB_1 on photosynthesis itself, possibly at the electron transport chain level.

ACKNOWLEDGEMENTS. - Thanks are due to Dr. M. Tantawy (University of Minia, Egypt) for donation of the culture. We are grateful to Dr. M.J. Earnshaw (University of Manchester, UK) for critically reading the manuscript.

REFERENCES

BOGER B., 1964 - Das Structurproteid aus den Chloroplasten Einzelliger Grunalgen und sein Bezichung Chlorophyll. *Flora* 154: 174-211.

DASHEK W.V. & LLEWELLYN G.C., 1983 - Mode of action of hepatocarcinogens, Aflatoxins in plant systems: A review. *Mycopathologia* 81: 83-94.

DUBOIS M., GILLES K.A., HAMILTON J.K., REBERS P.A. & SMITH F., 1956 - Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chem.* 289: 350-356.

GRIMME L.H., 1978 - The regreening and development of photosynthetic activity in orange *Chlorella fusca* cells are separable physiological processes. *In* G. AKOYUNOGLOU, & J.H. ARGYROUDI-AKOYUNOGLOU (Eds.), *Chloroplast Development*, Amsterdam, Elsevier North-Holland.

GRIMME L.H. & PORRA R.J., 1974 - The regreening of nitrogen deficient *Chlorella fusca*. I. The development of photosynthetic activity during the synchronous regreening of nitrogen-deficient *Chlorella. Arch. Microbiol.* 99: 173-179.

JACKSON M.L., 1960 - Soil chemical Analysis. New Jersey, Prentice Hall.

JONES H.C., CHANCEY J.C., MORTON W.A., DASHEK W.V., & LLEWELLYN G.C., 1980 - Toxic responses of germinating pollen and soybeans to aflatoxins. *Mycopathologia* 72: 67-73.

REISS J., 1969 - Hemmung des Sprosswachstums von *Gralua frerei* Rowl. durch Aflatoxin. *Planta* 89: 369-371.

SINHA K.K. & KUMARI P., 1990 - Some physiological abnormalities induced by aflatoxin B_1 in mung seeds (*Vigna radiata* variety Pusa Baishakhi). *Mycopathologia* 110: 77-79.

SPORN M.B., DINGMA C.W., PHELPS H.L., & WOGAN G.N., 1966 - Aflatoxin B_1: Binding to DNA *in vitro* and alteration of RNA metabolism *in vivo. Science* 151: 1539-1544.

SULLIVAN J. & IKAWA M., 1972 - Variations in inhibition of growth of five *Chlorella* strains by mycotoxins and other toxic substances. *J. Agric. Food Chem.* 20: 921-929.

TRIPATHI R.K. & MISRA R.S., 1981 - Effect of Aflatoxin B_1 on chromatin-bound ribonucleic acid polymerase and nucleic acid protein synthesis in germinating maize seeds. *App. Environ. Microbiol.* 42: 389-393.

VOGEL A.I., 1968 - Quantitative Inorganic Analysis. London, Longman.

MOUVEMENTS DES DIATOMÉES
II - SYNTHÈSE DES MOUVEMENTS *

Jean BERTRAND

42, rue de Malvoisine 45800 Saint-Jean-de-Braye, France.

RÉSUMÉ - Pour la première fois, 136 espèces de diatomées raphidées, réparties en 27 genres, ont servi de base pour une étude générale des mouvements. Ceux-ci, lorsqu'ils sont observés dans ou sur le substrat naturel, sont complexes et d'analyse difficile, mais, peuvent être ramenés à trois types principaux en observation classique sur une lame de verre ou sous la lamelle couvre-objet. On définit alors les mouvements apicaux, transapicaux et polaires. Chaque famille est décomposée ensuite en trois ou quatre sous-familles. Cette etude a permis de mettre en valeur l'universalite ou la spécificité de certains mouvements et de faciliter la comparaison entre genres et espèces. Un tableau synthétique visualise tous ces comportements et peut servir de base de travail pour élaborer une théorie explicative des mouvements en accord avec la bio-mécanique.

ABSTRACT - For the first time, 135 raphid diatom species distributed into 31 genera, have been selected as a basis for a general study about movements. Those, when observed on natural substrata, are complex and difficult to analyse, but they can be reduced to 3 main families when watched on a glass slide with or without cover-slip. We can then define apical, transapical and polar movements. Each family is then divided into three or four sub-families. This study permitted to emphasize the universality or the specificity of certains motions and to make comparisons between genera or species. A synthetical table shows those behaviours and should be the basis for an explanatory motion theory in accordance with bio-mecanics.

MOTS CLÉS : Bacillariophyceae, diatomées, mouvements.

INTRODUCTION

Depuis plus de cent ans que les mouvements des diatomées sont observés, il est surprenant de constater qu'aucun travail de synthèse de la description des mouvements n'a été réalisé. A notre connaissance aucune comparaison entre genres ou espèces, dans les milieux naturels ou artificiels n'a été publiée.

Toutefois, certains mouvements exécutés par un nombre restreint d'espèces ont été décrits. On peut citer notament, Muller (1893 à 1909) et Lauterborn (1896) qui décrivent et étudient le mouvement apical. Wagner

* Communication avec film vidéo présenté au 11ème Colloque de l'Association des Diatomistes de Langue Française à DOUAI - FRANCE du 23 au 27 Septembre 1990.

NOTA: La cassette video "Synthèse des mouvements des diatomées" montrant les séquences citées dans le texte peut être commandée à l'auteur en précisant le système PAL-SECAM-NTSC.

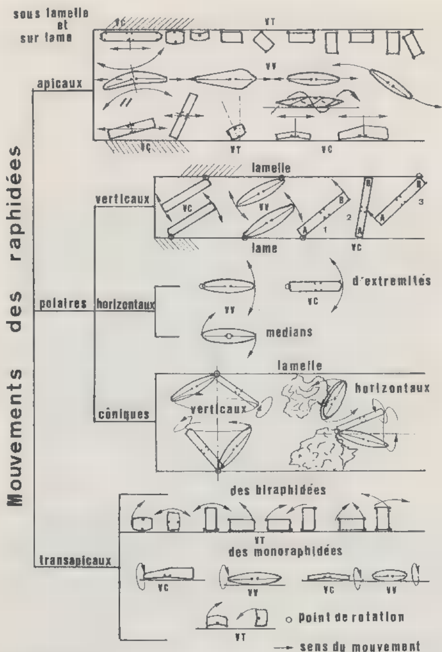


Fig. 1 - Schéma synthétique des mouvements des diatomées. VV: Vue Valvaire - VT: Vue Transapical - VC: Vue Connective

(1934) cite le "Mouvement pendulaire" tandis que Küster (1937) montre le mouvement transapical et que Peteler (1939) s'interesse aux mouvements des colonies au sein du mucus. En 1940, Martens détaille les mouvements des particules entraînées par le raphé, sur trois espèces ; Zauer (1950) précise les évolutions de *Eunotia lunaris* et décrit trois mouvements élémentaires. Le pivotement polaire horizontal de *Navicula buderi* est analysé par Nultsch (1957). Drum & Hopkins (1966) signalent le mouvement hélicoïdal de *Pleurosigma angulatum* dans un tube de verre et les auteurs, dans la même étude, estiment que seul le crochet apical des raphés permet d'expliquer les mouvements polaires, mais, sans en donner de justification. Iwaza & Shimizu (1972) décrivent la mobilité de *Phaeodactylum tricornutum* Harper (1977) note brièvement le basculement latéral et le pivotement polaire d'une manière très générale, tandis que l'étude cinématographique de 6 espèces a permis à Edgar (1979) de déterminer finement la vitesse au cours du déplacement apical.

Le mouvement de *Ondotella sinensis* est décrit pour la première fois par Pickett-Heaps *et al.* (1986), enfin, Round *et al.* (1990) montrent les courbes dessinées sur le substrat par 8 espèces dans leurs déplacements apicaux.

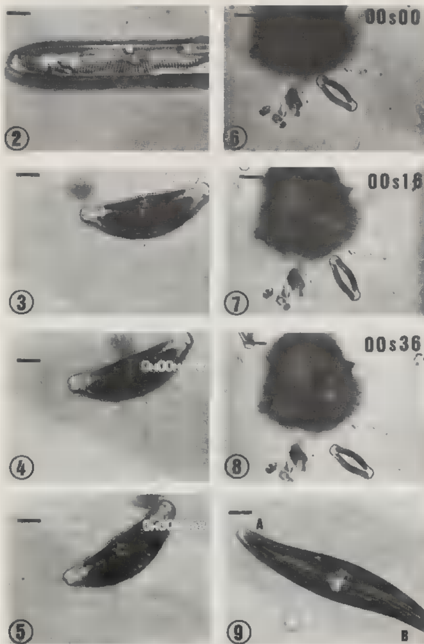
On constate que seul le déplacement apical a été abondamment étudié. Cet état parait d'autant plus anormal que les théories explicatives élaborées par ces divers auteurs avaient pour but la compréhension des mouvements. Nous avons montré (Bertrand, 1991) qu'il était indispensable de prendre en compte également le basculement latéral, car, celui-ci, remettait en cause les dernières hypothèses explicatives du mouvement. Mais, il est évident que les autres mouvements tels que le pivotement polaire, vertical ou horizontal, ont une grande importance sur le plan de la biomécanique pour la compréhension des relations diatomées-substrat. L'étude fine et exhaustive des divers mouvements devraient permettre d'isoler le facteur commun qui facilitera le choix de l'hypothèse la mieux adaptée. Il nous est donc apparu indispensable, avant d'étudier une hypothèse explicative, d'examiner l'ensemble des mouvements possibles d'un échantillon représentatif de la flore diatomique de France, comprenant 136 espèces de diatomées raphidées, incluses dans 27 genres, afin de vérifier, l'universalité ou la spécificité des mouvements et d'établir un tableau synthétique (Figure 1).

MATÉRIEL - MÉTHODE

Le matériel vivant a été récolté dans la nature, conservé et étudié en respectant le protocole décrit par Bertrand (1990). Le substrat choisi pour observer les évolutions est la lame de verre et la lamelle couvre-objet. Dans cette étude des mouvements, il a été retenu uniquement ceux exécutés sur le verre en l'absence de support tels que la matière organique ou d'autres diatomées. Toutefois, à titre de comparaison, certaines observations ont eu lieu alors que les diatomées évoluaient sur des blocs de matière organique à mi-hauteur entre lame et lamelle. Toutes les observations ont été faites dans un espace de 125 μm séparant la lame de la lamelle.

Dans le texte, lorsqu'il est écrit: mouvement sur la lame, il faut comprendre que la diatomée est en contact avec la face supérieure de la lame.

De même, les mouvements sous la lamelle sont exécutés lorsque la diatomée est en contact avec la face inférieure de la lamelle. Le matériel vidéo est le même que celui utilisé par Bertrand (1991). Il a permis de réaliser 5 Heu-


00s00
00s16
00s36
2
3
4
5
6
7
8
9
A
B

res 30 d'enregistrement dont il a été tiré une cassette d'extrait significatif de 14 minutes.

RESULTATS

Tous les résultats sont exposés dans le tableau I mais, chaque famille de mouvements est détaillée ci-après. La terminologie utilisée dans la description des principaux mouvements des diatomées, peut être définie comme suit:

Mouvement apical: signifie glissement dans le sens de l'axe apical.

Mouvement transapical ou basculement: implique un mouvement de rotation autour de l'axe apical dans le plan transapical.

Mouvement polaire ou pivotement: signifie rotation autour d'un pôle dans le plan valvaire (horizontal) ou dans le plan apical (vertical) alors que le pivotement médian se traduit par une rotation autour du nodule central dans le plan valvaire ou apical.

Déplacement apical:

Bien que très étudié, quelques particularités de ce mouvement semblent avoir échappé aux précédents auteurs ou remettent en cause certaines de leurs observations.

Le glissement apical avec une inclinaison du plan apical sur la verticale (Figure 2) est le fait de 6 % des espèces observées dans les genres *Pinnularia* et *Rhoïcosphenia*. La cause de l'inclinaison pour *Rhoïcosphenia* a été déterminée (Bertrand, 1991) mais, en ce qui concerne *Pinnularia* (50% des espèces du genre), la morphologie du frustule ne semble pas pouvoir être évoquée.

Le balancement du plan apical dans le sens transapical est présent dans 14 % des espèces réparties dans 10 genres. Nultsch (1956) l'avait signalé pour *Nitzschia communis*, mais les autres espèces du genre ont le même comportement. Pour *Rhoïcosphenia* et *Achnanthes* dont une des valves est concave, le balancement provient de la rupture de l'équilibre dynamique et, pour les *Nitzschia*, nous pensons que les causes doivent être identiques, puisque la progression s'effectue sur l'arête qui porte le raphé. Cependant, pour les genres tels que *Pinnularia* (3 espèces), *Gomphonema* (3 espèces) *Stauroneis acuta*, cette cause ne peut être invoquée, et il faudrait chercher la raison ailleurs.

Le glissement en arc, parallèle à la courbure du raphé n'a été rencontré que dans un exemple incontestable. En effet, *Rhopalodia gibba* n'a jamais été observé effectuant un déplacement en ligne droite. En revanche, *Hantzschia*

NOTA: Toutes les représentations photographiques ont été prises sur écran de téléviseur à partir du film vidéo enregistré.

Fig. 2 - Glissement oblique transapical de *Pinnularia viridis*, l'inclinaison du plan apical est de 22° par rapport à la verticale. - Fig. 3 - 4 - 5 - Glissement en courbe de rayon opposé à la courbure du raphé de *Cymbella tumida*. Le rayon de circulation est d'environ 110 µm. - Fig. 6 - 7 - 8 - Glissement avec oscillations latérales de *Navicula capitata*. On remarque le brusque changement d'orientation à chaque séquence de + 15° à - 10° par rapport à la Fig. 6. - Fig. 9 - Glissement sur le raphé arrière de *Gyrosigma acuminatum*. La pointe A est plus élevée que la pointe B. - Echelle 10 µm.

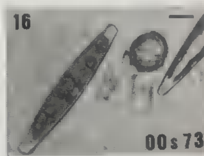

10


11

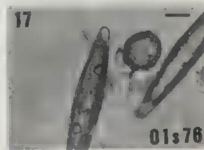

12


15
00s00


13


16
00s73




17
01s76

amphioxys et, plus encore *Cymbella tumida* qui a fait l'objet d'enregistrement vidéo (Fig. 3,4,5), ont des glissements parallèles ou opposés à la courbure du raphé. Ces observations contredisent les affirmations de Drum & Hopkins (1966) qui pensaient que la forme du raphé déterminait avec certitude la trajectoire de la diatomée.

L'oscillation du plan apical dans le plan horizontal (Figure 6, 7, 8) a été observée chez 35 espèces réparties dans 13 genres, c'est donc un phénomène courant qui est fréquent chez *Navicula* (60 %). Il est le fait, surtout, d'espèces de faible longueur, mais, chez les *Cymbella* (50%) la taille ne semble pas toujours être le facteur déterminant. En ce qui concerne les *Eunotia*, l'oscillation latérale peut s'expliquer par l'action alternative des deux raphés moteurs, lorsque la diatomée repose sur sa surface connective.

Le glissement sur la branche arrière du raphé (pente du plan valvaire de 3 à 10°) (Figure 9) est le fait de *Navicula* (50 %), *Gyrosigma*, *Pleurosigma* et *Stauroneis*. La progression s'effectue donc sur une très petite portion du raphé arrière, comme l'a montré Edgar (1979). Mais, cette attitude n'est pas constante, et le glissement peut s'effectuer sur toute la longueur.

Le glissement sur la branche avant du raphé (Figure 10 et 11) semble peu utilisé (4,7 % des espèces observées) et, ce sont surtout les *Cymbella* qui ont ce comportement, mais, *Navicula tripunctata*, *N. pygmaea*, *Pleurosigma angulatum*, *Gyrosygma acuminatum* peuvent adopter temporairement ce mode de progression.

Le déplacement par roulement est utilisé uniquement par les Surirellées de forme circulaire ou peu allongée.

On peut citer *Cymatopleura elliptica*, *Campylodiscus noricus*, *Surirella ovalis*, *S. spiralis*. Ce phénomène s'explique en analysant les forces nécessaires au déplacement, issues des raphés, réparties sur toute la circonférence. Si tous les raphés sont en contact en même temps, les forces s'annulent et il n'y a pas progression mais, s'il n'y a qu'une faible portion de raphé en contact avec le substrat, alors le mouvement de roulement s'établit de lui-même. Cependant, dans le cas de *Campylodiscus noricus* le déplacement beaucoup plus complexe est engendré par des basculements et des pivotements de 90°. Ce comportement est imposé par la forme en "selle de cheval" du frustule. Le mouvement hélicoïdal de *Cylindrotheca gracilis* et de *Surirella spiralis* peut être également inclus dans cette famille de déplacement car, c'est le "roulement" sur le raphé qui engendre le déplacement apical et simultanément le mouvement transapical.

Le déplacement sur la face connective a été observé chez 28 % des espèces de l'échantillon, mais 24 % des espèces recensées appartiennent à des genres à raphés latéraux ou excentrés. On trouve notamment *Amphora*, *Bacillaria*, *Cylindrotheca*, *Eunotia*, *Nitzschia*, *Hantzschia*, *Cymatopleura*, *Surirella*, *Campylodiscus*, *Entomoneis*. Cette progression est normale pour ces

---

Fig. 10 - 11 - Glissement sur le raphé avant de *Cymbella tumida*. La diatomée garde une orientation rigoureuse dans sa progression le long de la trajectoire déterminée par le raphé avant. - Fig. 12 - 13 - 14 - Basculement transapical de *Rhoicosphenia abbreviata*. En 12: Repos sur la face connective. En 13: Diatomée en cours de rotation transapicale. En 14: position valvaire. - Fig. 15 - 16 - 17 - Basculement transapical de *Navicula radiosa*. En 15: Position sur la face connective. En 17: Position valvaire. - Echelle 10 µm.

espèces, puisque, une branche au moins du raphé est toujours en contact avec le substrat.

Cependant, il reste quatre espèces à raphé axial qui posent problème, car Harper (1967) avait montré sur *Pinnularia maior* que la secrétion déposée sur le substrat par le raphé créait un appui. Or, dans les observations de quelques individus de *Cymbella erhenbergii*, *C. caespitosa*, *Achnanthes hungarica*, *Rhoicosphenia abbreviata*, il n'a jamais été observé d'appui formé par un bloc de mucus ou de matière organique comme nous l'avons montré, (Bertrand, 1990) dans une séquence vidéo sur cette dernière espèce. Ces déplacements rares s'effectuent toujours sur de courtes distances de 30 à 40 micromètres au maximum.

En revanche, le déplacement sur la face connective, lorsque la diatomée à raphé axial est en contact avec une parcelle de matière organique, si petite soit elle, est courant. La proportion des espèces circulant la face connective sous la lamelle (32 %) n'est pas significativement différente de la progression sur lame (28 %).

Mouvement transapical (Basculement latéral) (Figures 12 à 17)

Bien que très rarement décrit, ce mouvement est exécuté par 62% des espèces dans le sens face valvaire vers face connective, contre 76 % en sens inverse. C'est donc un phénomène général et il concerne tous les genres. Toutefois, ce comportement n'a pas été observé chez *Anomoeoneis*, *Caloneis*, *Campylodiscus*, mais cela ne veut pas dire qu'ils en soient incapables, vraisemblablement leur exécution doit être plus rare que chez les autres espèces observées. Quant à *Bacillaria paradoxa* il n'a pas été observé individuellement en mouvement au cours de cette étude.

Le basculement latéral de la diatomée en contact sous la lamelle a été observé moins fréquemment (17 % des espèces); ce mouvement est plus rare que sur la lame elle-même d'environ 50 %, toute proportion gardée. Il peut être exécuté en l'absence de tout support autre que la lame de verre en une fraction de seconde ou très lentement. Le basculement est fréquent lorsque la diatomée est en appui latéral sur de la matière organique (quelques microns suffisent généralement). Il est indifférent que la position de départ soit la face valvaire ou connective.

Mouvements polaires horizontaux (Figures 18 à 23) **ou verticaux** (Figures 24 à 26)

Les mouvements polaires décrits par Wagner (1934) et Nultsch (1957) sur *Navicula bulleri* sont exécutés par 67 % des espèces incluses dans 26 genres pour le pivotement horizontal et 64 % incluses dans 27 genres pour le pivotement vertical. C'est également un phénomène général et qui concerne tous les genres. Si les genres *Anomoeoneis*, *Caloneis*, *Mastogloia*, *Bacillaria* n'ont pas fait l'objet d'observation, c'est surtout en raison de leur faible représentation dans nos récoltes.

Le pivotement médian horizontal n'a été observé que sur 27 % des espèces et le pivotement vertical médian est encore plus rare (8 %). Cette faible proportion est normale car pour exécuter ce mouvement, dans le plan vertical, il faut un support élevé, tel que de la matière organique et de l'espace entre lame et lamelle, ce qui est rarement le cas avec le mode d'observation classique. Sous la lamelle ces mêmes mouvements sont sensiblement moins communs 21 % pour les horizontaux et 18 % pour les verticaux. Cette fréquence est statisti-

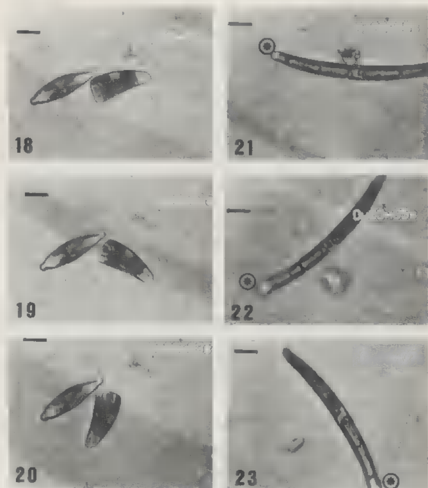


Fig. 18 - 19 - 20 - Pivotement polaire horizontal de *Rhoicosphenia abbreviata* sur la face connective. - Fig. 21 - 22 - 23 - Pivotement polaire horizontal de *Eunotia lunaris* sur la face valvaire. En * le point fixe de pivotement. - Echelle 10 μm.

quement trop faible par rapport au nombre d'espèces qui progressent sous la lamelle.

On pourrait donc penser que l'opération est plus délicate à effectuer lorsque la diatomée est en contact avec le dessous de la lamelle, ce qui est étonnant, car la force de gravitation devrait, au contraire, faciliter les mouvements.

Mouvements polaires coniques

Ce mouvement est exécuté dans l'espace aquatique avec pour seul point de contact une extrémité de la diatomée, l'autre extrémité décrivant un cercle dans un plan horizontal ou vertical avec un angle très variable de 30 à 70° par rapport à l'axe de rotation. Il a été observé chez 4 espèces *Gyrosigma acuminatum, Nitzschia linearis, Pinnularia gibba, Rhopalodia gibba.*

Une rotation transapicale peut être réalisée simultanément ou non avec le mouvement conique ; elle est assez fréquente dans tous les genres.

Mouvements dans un plan vertical

Deux espèces ont été étudiées dans leurs évolutions sur un plan vertical *Rhoicosphenia abbreviata* pour sa morphologie particulière et *Nitzschia sigmoidea* pour l'excentricité des raphés. Les mouvements et les attitudes n'étant pas significativement différents de ceux effectués sur un plan horizontal, nous n'avons pas estimé nécessaire de généraliser l'étude à d'autres espèces.

Mouvements dans l'espace aquatique (Figure 27, 28, 29)

L'observation des diatomées sur un bloc de matière organique permet de constater la complexité des mouvements exécutés lors des déplacements. Six espèces ont été filmées en vidéo: *Gomphonema acuminatum, Cocconeis pediculus, Nitzschia linearis, Navicula tripunctata, N. trivialis, Cymbella affinis.* Lorsque la diatomée est posée sur une pointe de débris organiques de quelques microns, on peut voir des glissements sur toute la longueur de la diatomée, des allers et retours rapides en des points quelconques le long du raphé, des pivotements médians de 360° ou plus, en moins d'une seconde, avec glissements simultanés ou non, des pivotements coniques avec basculement latéral, simultanés ou non. Compte tenu de la diversité des genres observés, quoique peu nombreux, on peut estimer que ce doit être un phénomène général.

DISCUSSION

Harper (1977) qualifiait "d'artefacts partiels" les observations par Zauer (1950) des mouvements sur lame de verre de *Eunotia linearis* et les mouvements hélicoïdaux dans un tube de verre de *Gyrosigma acuminatum* par Drum & Hopkins (1966). Cette assertion nous paraît impropre, car, les mouvements sur lame de verre sont bien réels et les diatomées orientent leur frustules sur le substrat, au cours des déplacements, en fonction de leur morphologie afin de développer l'effort mininum nécessaire à leur progression. Toutefois, l'observation sur lame de verre, impose des contraintes aux diatomées et il serait plus juste de parler de "facteurs limitatifs des mouvements". Cette limitation permet alors de décomposer en mouvements élémentaires (Figure 1) des déplacements qui sont très difficiles d'analyse lorsqu'ils s'effectuent sur les substrats naturels.

Cette simplification admise, un certain nombre de points, décrits plus avant, méritent réflexion et, nous conduisent à suggérer une explication. Ainsi, les mouvements oscillants horizontaux, les pivotements médians horizontaux, et les courbes décrites par les diatomées sur le substrat peuvent être attribués à une même cause ; on peut penser que l'adhésion de la diatomée sur le substrat n'est pas identique de part et d'autre du raphé, créant ainsi une force de pivotement. Ceci expliquerait très simplement que de très nombreuses diatomées à raphé axial glissent en suivant des courbes, comme l'a montré Nultsch (1956) et Round *et al.* (1990).



Fig. 24 - 25 - 26 - Pivotement polaire vertical de *Gyrosigma acuminatum*. En 24: Inclinaison de 10°. En 25: Inclinaison de 60°. En 26: La diatomée est vue suivant son axe transapical avec une inclinaison de 90°. - Fig. 27 - 28 - 29 - Evolution dans l'espace de *Gomphonema acuminatum* sur une pointe de quelques microns de matière organique. Le pivotement de 180° est exécuté en 0,8 seconde. En 28: Orientation verticale.

L'explication des trajectoires courbes des *Nitzschia* s'inscrit également dans cette hypothèse, puisque les carènes sont dissymétriques et les raphés excentrés. Toutefois, la progression sous la lamelle en position connective de *Nitzschia linearis* ou de *N. dubia*, alors que la diatomée est sollicitée par la force de gravitation, pose un problème. Il n'est pas simple d'imaginer les moyens utilisés pour obtenir une adhésion de la face connective lors de la progression, alors que les éléments moteurs du raphé sont situés sur un seul côté de la valve.

De même le cas de *Amphora montana*, étudié par Nultsch (1956) est intéressant car, la diatomée décrit des courbes et des droites alors qu'il semble que ses raphés soient en contact avec la lame de verre. Dans cet exemple, ce serait la différence de vitesse de propulsion entre les deux raphés parallèles qui engendrerait ce résultat. D'autre part, le déplacement, sur un raphé en contact avec la lame de verre, des Nitzschiacées et des Surirellacées pose un délicat problème d'équilibre dynamique. Il est pourtant banal d'observer *Cymatopleura solea* ou *Surirella robusta* glissant en parfait équilibre sur une aile et dans le cas d'*Entomoneis alata*, c'est même le seul mode de progression sur la lame de verre. De même l'origine des mouvements transapicaux des diatomées n'est pas résolu. En effet, lorsque les diatomées à raphé axial sont sur la face connective, le raphé est situé à grande distance du substrat pour certaines espèces, et il existe un réel problème de bio-mécanique pour obtenir le basculement latéral. Celui-ci a été étudié, sans pouvoir conclure, par Bertrand (1991), pour *Rhoicosphenia abbreviata* et l'étude devrait être poursuivie pour d'autres espèces.

Quand aux genres à raphés latéraux telles que *Cymatopleura*, *Surirella*, la résolution du problème posé par le mouvement transapical n'est pas plus simple car, lorsque ces diatomées sont en position valvaire ou connective, elles sont en équilibre statique et dynamique et, le basculement nécessite un certain nombre d'actions qui ne sont pas prévues dans les théories actuelles. De même, les mouvements polaires, horizontaux, verticaux ou coniques ainsi que les évolutions dans l'espace s'avèrent d'analyse très délicate, posant le problème de l'équilibre dynamique, des relations diatomées-substrat et des forces mises en jeu pour exécuter les mouvements.

REMERCIEMENTS

L'auteur remercie tout particulièrement Mr M. Coste pour avoir accepté de relire le manuscrit et d'apporter d'utiles suggestions. Mr le Professeur Bourrelly pour l'accès à la bibliothèque du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris. Enfin à ma fille Catherine pour le travail ingrat de secrétariat.

- o -

Tableau I - Mouvements des diatomées par genres et par espèces. On note: - Mouvement apical sur lame (LL) et sous lamelle (L) en face valvaire (fv) et face connective (fc). - Mouvement polaire sur lame et sous lamelle pour les pivotements horizontaux (Hz) ou verticaux (Vt) en position extrémité (Et) ou médiane (Md). - Mouvement transapical sur lame et sous lamelle en face valvaire et face connective.

GENRE ESPÈCES	APICAL				POLAIRE								TRANSAPICAL				OBSERVATIONS PARTICULIÈRES
	LL		L		L				I				LL		L		
	FV	FC	FV	FC	HZ		VT		HZ		VT		FV	FC	FV	FC	
					et	md	et	md	et	md	et	md					
Achnanthes Bory																	
brevipes Agardh	x		x		x		x						x	x			
coarctata Brébisson	x												x	x			
hungarica Grun	x	x			x		x										
lanceolata Brébisson	x																
linearis W. Smith	x				x								x	x			
minutissima Kütz	x							x					x	x			
Amphipleura Kütz																	
pellucida Kütz	x				x		x						x	x			
Amphora Ehr																	
ovalis Kütz	x	x	x	x	x		x						x	x	x	x	
coffeaeformis (Agardh)	x	x					x	x					x	x			
Anomoeoneis Pfitzer																	
[illegible] (Ehr) Clève	x						x						x	x			
sphaerophora (Ehr) Pf	x		x				x										
Bacillaria Gmelin																	
paradoxa Gmelin			x														
Caloneis Clève																	
amphisbaena (Bory) Cl	x								x								
silicula (Ehr) Clève	x																

GENRE ESPECES	APICAL				POLAIRE								TRANSAPICAL				OBSERVATIONS PARTICULIERES
	LL		L		LL				L				LL		L		
	FV	FC	FV	FC	HZ		VT		HZ		VT		FV	FC	FV	FC	
					et	md	et	md	et	md	et	md					
Campylodiscus Ehr																	
noricus Ehrenberg	x	x			x		x										
Cocconeis Ehrenberg																	
pediculus Ehr	x				x		x						x	x			Pivotement vertical de 180°
placentula Ehr	x		x		x		x	x	x		x		x	x			
Cylindrotheca Rab																	
gracilis (Breb) Grun	x -	x	x -	x	x	x	x										Mouvement rotatif transapical
Cymatopleura W. Smith																	
elliptica (Breb) Smith	x						x						x	x			Déplacement par roulement
solea (Breb) Smith	x	x	x	x	x		x		x		x		x	x	x	x	Glissement sur 1 angle
Cymbella Agardh																	
affinis Kutzing	x		x														
costata (Ehr) Cleve	x		x		x	x	x	x									Glissement en ligne droite sur 1 seule raphé ?
cuspidata (Kutz) Brun	x	x			x	x											
cistula (Ehr) Kirchner	x		x		x								x				Glissement en ligne droite sur branche raphé ?
cymbiformis Agardh	x																
ehrenbergii Kutzing	x	x			x	x	x						x	x			

GENRE ESPECES	APICAL				POLAIRE								TRANSAPICAL				OBSERVATIONS PARTICULIERES
	LL		L		LL				L				LL		L		
	FV	FC	FV	FC	HZ		VT		HZ		VT		FV	FC	FV	FC	
					et	md	et	md	et	md	et	md					
helverica Kützing	x				x								x	x			
lanceolata (Ehr) Kirch	x		■		x		x		x	x	x		x	x	x	x	Glissement sur 1 extrémité en ligne droit
lettinatus (Ehr) Kützing	x		x		x		x		x		x		x	x			
microcephala Grunow	x		x		x												
naviculiformis Auersw	x				x	x	x										
parva W. Smith	x																
prostrata (Berk) Cleve	x		■		x		x						x	■			
tumida (Breb) Van Heurk	x		x		x		x		x				x	x	x	x	Glissement sur 1 arête de la face connective
ventricosa Kützing	x		x		x	x							x	x	x	x	Glissement sur 1 arête de la face connective
Diploneis Ehrenberg																	
didyma (Ehr) Ehr	x		x		x	x											
elliptica (Kütz) Cleve	x		x		x		x						x	x			
puellt (Schum) Cleve	x				x		x						x	x			
Epithemia (Breb)																	
adnata (Kütz.) Breb.	■	x	x						x				x	x			
argus (Ehr) Kützing	x								x				x	(			
Eunotia Ehrenberg																	

GENRE ESPECES	APICAL				POLAIRE								TRANSAPICAL				OBSERVATIONS PARTICULIERES
	LL		L		LL				L				LL		L		
	FV	FC	FV	FC	HZ		VT		HZ		VT		FV	FC	FV	FC	
					et	md	et	md	et	md	et	md					
bidentula W. Smith	■	x			■								■	x			Glissement en crabe
lunaris (Ehr) Grun	■	x		x	x		x		x				x	x			Pivotement polaire H. de 720°
pectinalis (Kütz) Rabh	x	x	x	x	x		x		x	x	x		x	x			Pivotement vertical de 180° en face connective
praerupta Ehrenberg	x	x			x								x	x			Glissement en crabe
Frustulia Rabenhorst																	
rhomboides (Ehr) de Toni	x				x		x						x	x			
vulgaris (Thw) de Toni	x		x			■							x	x			
Gomphonema Agardh																	
acuminatum Ehrenberg	x		x		x	x	x	x					x	x			Pivot. en gêne
angustatum (Kütz) Rab	x		x				x		x		■		x	x	x	x	
augur Ehrenberg	x		x		x		x						x	x			
truncatum Ehrenberg	x		x		x	x								x			
gracile Ehrenberg	■		x		x	x	x	x					x	x			
clavatum Ehrenberg	x		x		x				x		x		■	x			
olivaceum (Horn) Bréb	x																
Gyrosigma Hassall																	

GENRE ESPECES	APICAL				POLAIRE								TRANSAPICAL				OBSERVATIONS PARTICULIERES
	LL		L		LL				L				LL		L		
	FV	FC	FV	FC	HZ		VT		HZ		VT		FV	FC	FV	FC	
					et	md	et	md	et	md	et	md					
acuminatum (Kutz.) Rab.	x		x		x		x		x		x		x	x	x	x	Pivotement en cône vertical très rapide
alternatum (Kutz.) Rab.	x				x	x	x						x	x			
Hantzschia Grunow																	
amphioxys (Ehr.) Grun.	x	x	x	x	x		x						x	x			Glissement sur raphé = 30°
elongata (Hantz.) Grun.	x	x			x								x	x			
Mastogloia Meneghini																	
elliptica Agardh	x													x			
recta Hustedt	x		x											x			
Navicula Bory																	
capitata Ehrenberg	x		x		x		x						x	x			Glissement sur branche du raphé AV
cryptocephala Kützing	x		x				x						x	x			Glissement sur branche du raphé AR pente 8°
cuspidata Kützing	x		x				x						x	x			Glissement sur branche du raphé AR pente 7°
digitoradiata (Greg.) Ralf	x		x		x	x	x						x	x			
elegans W. Smith	x		x		x		x						x	x			
elginensis (Greg.) Ralfs	x		x		x	x	x						x	x			
gregaria Donkin	x		x		x		x						x	x			Glissement sur branche du raphe AR
grimmei Krasske	x		x		x	x											Glissement sur branche du raphé AR

GENRE ESPECES	APICAL				POLAIRE								TRANSAPICAL				OBSERVATIONS PARTICULIERES
	LL		L		LL				L				LL		L		
	FV	FC	FV	FC	HZ		VT		HZ		VT		FV	FC	FV	FC	
					et	md	et	md	et	md	et	md					
goeppertiana (Bleich) Smt	x		x		x		x						x	x			Glissement sur branche du raphé AR
lanceolata (Agh) Ehr	x		x		■	x	x						x	x			
laevissima Kützing	x		x			x											
oblonga Kützing (Ehr) Grun.	x		x			x											
permitis Hustedt	■		x		x		x		x		■		x	x			
peregrina (Ehr) Kützing	x		x		x	x	x						x	x			Attraction matière organique distance 20 um
perpusilla Grunow	x		x														
pygmaea Kützing	x				x	x	x						x	x			Glissement sur branche du raphé AV
rupali Kützing	x				x		x						■	x			
radiosa Kützing	x		■		x	■	■		x		x		x	x			Glissement sur branche du raphe AR : [illegible]
salinarum Grunow	■		x		x	x	x						x	x			
slesvicensis Grunow	x		x		x		x		x				x	x	x		
subhamulata Grunow	x				x	x	x						x	x			
tripunctata (O.Müll) Bory	x		x		x	x		x					x	x	x		
trivialis Lange Bert.	x		x	x									x	x			Glissement sur branche raphé AR : 5°30 [illegible] [illegible]
viridula (Kütz) Ehr	x		x		■	x	x						x	x			Glissement sur branche raphé AR : 4°
viridula var. costellata (Kütz.) Cleve	x		x			x	x	■	x		x		x	x	x		
Neidium Pfitzer																	

GENRE ESPECES	APICAL				POLAIRE								TRANSAPICAL				OBSERVATIONS PARTICULIERES
	LL		L		LL				L				LL		L		
	FV	FC	FV	FC	HZ		VT		HZ		VT		FV	FC	FV	FC	
					et	md	et	md	et	md	et	md					
affine (Ehr) Pfit.	x		x		x	x	x	x					x	x			
iridis (Ehr) Cleve	x		x		x	x	x	x					x	x			
Nitzschia Hassal																	
acicularis (Kütz) W. Smt	x	x	x	x	x		x		■		x		x	x	x	x	
angustata Grunow	x	x	x	x	x		■						■	■			
closterium (Ehr) W. Smith	■	x		x		x							x	x			
dubia W. Smith	x	x	x	x	x		x						x	x			Glis. en [illegible] verticale sur 120 µm (3x)
filiformis (Smith) V. Heurck	x	x	x	x	x		■		x		x		x	x			
fruticosa Hustedt	■	x	x	x	x		x						x	■			
gracilis Hantzsch	x	x	x	x	x		x						x	x			
hungarica Grunow	x	x	x	x	■		x						x	x			
linearis (Agh.) W. Smith	x	x	x	x	x		x		x		x		x	x	■	x	Pivot conique sur 180°
palea (Kütz) W. Smith	x	x	x	x	x		x		x		x		x	x	x	x	Glis. extrême [illegible] AvecAP [illegible]
palu[illegible] Hustedt	x	x	x	x	x			x					x	x	x	x	
pusilla Grunow	x		■		x		x										
recta Hantzsch	x	x	■	x	x		x						x	x			
rostellata Hustedt	x	x	x	x	x		x						x	x			
scalaris (Ehr) W. Smith	x				x								x	x			
sigma (Kütz) W. Smith	x	x	x	■	x		x						x	x			Glissement en position Verticale sur [illegible] µm

GENRE ESPÈCES	APICAL				POLAIRE								TRANSAPICAL				OBSERVATIONS PARTICULIÈRES
	LL		L		LL				L				LL		L		
	FV	FC	FV	FC	HZ		VT		HZ		VT		FV	FC	FV	FC	
					st	md	st	md	st	md	st	md					
sigmoidea (Nitzsch) Smith	x	x	x	x	x	x	x		x		x		x	x	x	x	
stagnorum Rabenhorst	x	x	x	x									x	■			
tryblionella Hantzsch	x	■	x	x	x		x						■	■			
vermicularis (Kütz) Hantzsch	x	x	x	x									x	x			
Pinnularia Ehrenberg																	
acrosphaeria Rabenhorst	x		■		x		x	■					x	x			
brebissonii Kützing	■		x		x		x						x	x			
divergens W. Smith	x		x														Gl[illegible] sur les côtés [illegible]
[illegible]	x																
gentilis (Donk.) Cleve	x																
gibba Ehrenberg	x		x		x		x	x	x	x			x	x	x	x	Pivotement tonique sur [illegible]
globiceps Ehrenberg	x		x				x						x	x			
hemiptera (Kütz.) Cleve	■		x										x	x			
maior (Kütz.) Rab.	x		x				x	x					x	x			Glissement sur les côtés [illegible]VT
mesolepta (Ehr.) W. Smith	x																
nobilis Ehrenberg	x				x	x							x	x			
nodosa Ehrenberg	x				x									x			
schroederi (Hust.) Kram.	x		x			x	x						x	x			Glissement sur les côtés sous L

GENRE ESPÈCES	APICAL				FOLAIRE								TRANSAPICAL				OBSERVATIONS PARTICULIÈRES
	I.I.		I.		I.I.				I.				I.I.		I.		
	FV	FC	FV	FC	HZ		VT		HZ		VT		FV	FC	FV	FC	
					et	md	et	md	et	md	et	md					
subcapitata Gregory	x		x						x		x		x	x	x	x	
viridis (Nitz) Ehrenberg	x		x		x		x										Glissement sur les côtés (22°/VT)
Pleurosigma W. Smith																	
angulatum Quekett	x		x				x						x	■			Glissement sur raphé AV ou AR
elongatum W. Smith	x				x	x	x	x					■	x			Glissement sur raphé AV ou AR
Rhoicosphenia Grunow																	
abbreviata (Ag.) Lange Bertalot	x	x	x	x	x	x	x		x		x		x	x	x	x	Glissement sur face connective [illegible]
Rhopalodia O. Müller																	
gibba (Ehr) O. Müller	x				x	■							x	x			Pivotement conique 240°
parallela (Grun) O. Müller	x	■	x	x			x						x	x			
Scoliopleura Grunow																	
tumida (Breb.) Raben	x		x		x	x	x						x	x			
Stauroneis Ehrenberg																	
[illegible] W. Smith	x												x	x			Basculement de 4 cellules assemblées
anceps Ehrenberg Ehrenberg	x		x			x	■		x		x		x	x	x	x	Glissement sur raphé AR
phoenicenteron (Nitzsch) Ehr	x		x		x		x		x		x		x	x			Glissement sur raphé AR (pente 11°)

GENRE ESPECES	APICAL				POLAIRE								TRANSAPICAL				OBSERVATIONS PARTICULIERES
	LL		L		LL				L				LL		L		
	FV	FC	FV	FC	HZ		VT		HZ		VT		FV	FC	FV	FC	
					et	md	et	md	et	md	et	md					
smithii Grunow	x				■		x						x	x			
Surirella Turpin																	
elegans Ehrenberg	x																
biseriata Brebisson	x	x											x	x			
linearis W Smith	x	x					x						x	x			
ovata Kützing	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	
ovata v. pinnata W. Smith	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	
robusta Ehrenberg	x	x	x	x	x		x						x	x			
spiralis Kützing	x	x															

BIBLIOGRAPHIE

BERTRAND J., 1990 - La vitesse des diatomées. *Diatom Research* 5(2): 223-239.

BERTRAND J., 1991 - Mouvements des diatomées I. L'équilibre dynamique chez *Rhoicosphenia abbreviata* - *Cryptogamie, Algol.* 12(1): 11-29.

DRUM R.W. & HOPKINS J.T, 1966 - Diatom locomotion, an explanation. *Protoplasma* 62: 1-23.

EDGAR L.A., 1979a - Diatom locomotion. Computer assisted analysis of cine film - *Brit. Phycol. J.*, 14: 83-101.

EDGAR L.A, 1979b - *Diatom locomotion.* PH. D. Thesis, University of Bristol.

HARPER M.A, 1967 - Measurements of diatom adhesion and their relationship with movement. *Brit. Phycol. J.* 3(2): 195-207.

HARPER M.A, 1977 - Movements. *In* WERNER D. (Ed.), *The biology of diatoms.* Blackwell, Oxford, pp. 224-249.

IWASA K. & SHIMIZU A., 1972 - Motility of the Diatom, *Phaeodactylum tricornutum. Exp. C. Res.* 74: 552-558.

KÜSTER E., 1936 - Die Gallertbildungen der *Amphipleura rutilans. Arch. Protistenk.* 88: 221-235.

LAUTERBORN R., 1896 - *Untersuchungen über Bau, Kernteilung und Bewegung der Diatomeen* Engelmann, Leipzig, 165 p.

MARTENS P., 1940 - La locomotion des diatomées. *La cellule* 48: 277-306

MÜLLER O., 1889-1909 - Die Ortsbewegung der Bacillariaceen beteffrend I-VII. *Ber. Deutsch. bot. Ges.* 11: 571-576 (1893) 12: 136-143 (1894), 14: 54-64 (1896), 14: 112-128 (1896), 15: 70-86 (1897), 26: 676-685 (1908), 27: 27-43 (1909).

NULTSCH W., 1956 - Studien über die Phototaxis der Diatomeen. *Arch. Protistenk.* 101: 1-68.

NULTSCH W., 1957 - Die Bewegung der Diatomeen. *Mikrokosmos* 46: 220-227.

PETELER K., 1939 - Über *Nitzschia closterium. Ber. Oberh. Ges. Naturkeilk Giessen.* 19: 122-161.

PICKETT-HEAPS J.D., HILL D.R.A. & WETHERBEE R., 1986 - Cellular movement in the centric diatom *Odontella sinensis. J. Phycol.* 22: 334-339

ROUND F.E., CRAWFORD R., M. & MANN D.G. (1990) *The diatoms biology and morphology of the genera.* Cambridge Univ. Press, 747 p.

WAGNER J., 1934 - Beiträge zur Kenntnis der *Nitzschia putrida* inbersondere ihrer Bewegung. *Arch. Protistenk.* 82: 86-113.

ZAUER C.M., 1950 - Movement of *Eunotia lunaris* in connection with the problem of locomotion of diatom in general Dokl. AKad Navk S SS 72: 1131-3 (in Russian).

OUVRAGES REÇUS POUR ANALYSE

Elsie M. BURROWS, 1991 - **Seaweeds of the British Isles.** Volume 2. Chlorophyta. Natural History Museum, London, 238 p. ISBN 0 565 00981. Prix £ 27.

L'apparition de ce volume, à titre posthume, constitue un événement pour tous les phycologues. Après un avant-propos où il apparaît que cet ouvrage est en préparation depuis 1951, Mrs BURROWS, dans une introduction expose l'objectif et la délimitation de sa contribution. Son ouvrage est destiné à l'identification des Chlorophycées benthiques des côtes des Iles Britanniques. La classification adoptée est essentiellement celle élaborée pour la "Check-list of British Marine Algae" par PARKE et DIXON en 1976. L'introduction ne comporte pas de généralités sur le groupe, comme dans les ouvrages consacrés aux Rhodophycées et Phéophycées parus précédemment dans cette série. La terminologie de la zonation est toutefois passée en revue. Elle est suivie d'une discussion sur la répartition géographique de quelques espèces critiques et sur l'effet de la pollution sur celle-ci le long des côtes britanniques. L'auteur insiste, dans ce chapitre, sur la diversité des cycles de développement chez les algues vertes et remarque le manque de renseignements de la place de la méiose dans ces cycles. Elle souligne aussi, à juste titre, la nécessité d'éviter la terminologie compliquée pour la description de ces cycles. L'introduction se termine par l'énumération d'espèces qui, de l'avis de l'auteur, doivent subir des changements nomenclaturaux.

La partie taxinomique qui suit constitue l'ossature de l'ouvrage. Elle concerne les Chlorophycées à l'exception des Volvocales et de la majorité des Chlorococcales. Le nombre d'espèces traitées par Mrs Burrows s'élève à 92. Chaque espèce a été étudiée par l'auteur lui-même ou un spécialiste de son entourage. Il ne s'agit donc pas d'une flore de compilation, basée exclusivement sur des données tirées de la littérature. Aucune espèce nouvelle n'est décrite. Pour identifier les espèces (réparties seulement en 5 ordres) l'auteur donne d'abord une clef des genres, puis une autre, si nécessaire, au niveau des espèces. Cette clef paraît parfois inutilement compliquée. Par exemple, la détermination de *Stichococcus* demande la mise en évidence des noyaux dans des cellules ne mesurant que 2 à 8μm de diamètre. Le traitement des espèces est conforme au schéma adopté dans les autres volumes de la série SBI: définition taxinomique et nomenclaturale, description morphologique détaillée, parfois quelques précisions cytologiques, reproduction, nombre chromosomique, habitat, phénologie, répartition sur les côtes des Iles Britanniques et des pays voisins, enfin discussion générale sur les affinités des espèces et leurs cycles de vie, dont l'étude a été beaucoup plus poussée à l'étranger que dans les Iles Britanniques, où, par contre, la floristique classique et l'étude des herbiers sont à l'honneur. L'illustration est de qualité extrêmement inégale, allant de quelques belles planches photographiques hors-texte jusqu'aux dessins-traits souvent trop agrandis et plutôt sommaires. On regrette l'absence presque totale de dessin du port général des plantes. Toutefois les dessins sont bien placés et presque toutes les espèces ont droit à une illustration.

L'ouvrage se termine par un glossaire destiné aux amateurs, par une bibliographie de 468 références, dont 135 datent du XIXè siècle, et seulement 34 de 1980 à 1985. Suivent un index taxinomique des genres et des espèces traités et leurs synonymes, une carte très utile des Iles Britanniques indiquant les comtés maritimes, y compris ceux de l'Irlande.

Il est plus facile d'adresser une critique à ce genre de travail que de le réaliser. L'objection majeure que l'on peut néanmoins formuler à son égard est sans doute le considérable retard qu'a pris la publication de cet ouvrage. Il est évident qu'il a été pratiquement achevé il y a 10-12 ans. Au cours de cette période la taxinomie des Algues vertes a beaucoup changé. Ce groupe se situe aujourd'hui au sein des préoccupations que s'efforcent d'élucider l'origine du monde végétal à chlorophylle *a* et *b*. Dans ces conditions il serait déplacé de polémiquer par exemple sur le non-respect de typification de *Spongomorpha*, sur la fusion de ce genre avec l'*Acrosiphonia*, sur la séparation ou non de l'*Enteromorpha compressa* et l'*E. intestinalis*, sur l'ignorance de l'existence en Islande, de *Bryopsis plumosa*, *Derbesia marina* et *Codium fragile*, sur la présence ou non à Torquay de l'*Acrosiphonia centralis* (Kjellm.) Lyngbye (échantillon n° LD 7185 au Musée Botanique de Lund).

L'ouvrage de Mrs Burrows est un jalon important permettant d'aller au-delà de ce qu'elle a pu réaliser. Elle est décédée le 26 août 1986, avant d'avoir vu le fruit de son labeur. C'est un ouvrage de base, fortement recommandé.

S. Jónsson

HINDAK F., 1990 - Studies on the Chlorococcal Algae (Chlorophyceae). V. Publ. House Slovak Academy of Sciences, Edition of Biological Treatises, Bratislava, 225 p.

Cet important travail, le cinquième de la série, se rapporte aux genres proches de *Scenedesmus: Didymocystis, Pseudodidymocystis, Didymogenes, Tetradesmus, Dimorphococcus* et *Enallax*. Il présente deux comb. nov. dans le genre *Pseudodidymocystis* (qui renferme des algues avec pyrénoïes), et une comb. nov. dans chacun des deux genres *Enallax* et *Scenedesmus*.

Le polymorphisme des espèces est soigneusement étudié: ainsi cinq planches illustrent les variations de *Scenedesmus obliquus*, cinq celles de *Sc. intermedius*, six celles de *Sc. pleiomorphus* et six celles de *Sc. opoliensis*.

Ces exemples montrent l'intérêt de ce travail pour la systématique si délicate de ce genre difficile. 107 planches originales illustrent ce volume qui se termine (pp. 209-211) par une mise au point sur les nouvelles combinaisons proposées en 1988 dans l'étude précédente (Chlorophyceae, IV). Nous avons dans cet ensemble de cinq fascicules une oeuvre indispensable aux algologues d'eau douce.

P. Bourrelly

LANGE-BERTALOT H. et KRAMMER K., 1989 - ***Achnanthes*, eine Monographie des Gattung mit Definition der Gattung *Cocconeis* und Nachträgen zu den Naviculaceae.** Bibliotheca Diatomologica, 18, 393p.

Cette étude monographique d'*Achnanthes*, après une définition du genre, présente 14 sp. nov., 1 var nov. et 32 comb. nov. De plus une comb. nov. de *Gomphonema*, 5 sp. nov. et 1 comb. nov. de *Navicula* sont décrites. 100 plan-

ches groupant 2590 figures (microphotos, photos en M.E. à balayage et à transmission) illustrent cette monographie très complète.

P. Bourrelly

KRAMMER K. et LANGE-BERTALOT H., 1991 - **Süsswasserflora von Mitteleuropa. Bd. 2/3: Bacillariophyceae, 3 Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae.** Gustav Fisher Verlag, Stuttgart, 1 vol. 576 p.

Nous avons analysé (1989, *Crypto. Algologie*, 10, 1: 82-83) les volumes 1 et 2 de cet important travail. Voici le 3ème volume, écrit avec la collaboration de H. HÅKANSSON et M. NÖRPEL, illustré de 166 planches avec 2180 figures. Nous y trouvons les genres *Melosira* sensu lato avec *Melosira, Orthoseira, Ellesbeckia, Aulacoseira, Cyclotella, Cyclostephanos, Stephanodiscus, Thalassiosira, Stephanocostis, Skeletonema, Acanthoceras, Chaetoceros, Rhizosolenia, Pleurosira, Actinocyclus*.

Puis sont étudiées les familles des Fragilariaceae (*Tetracyclus, Diatoma, Meridion, Asterionella, Tabellaria, Synedra, Fragilaria* et *Opephora*) et Eunotiaceae (*Eunotia, Actinella* et *Peronia*). Clef de détermination, diagnoses, répartition géographique, illustration abondante (microphotos) font de ce volume un guide parfait pour les Diatomistes.

P. Bourrelly

KRAMMER K. et LANGE-BERTALOT H., 1991 - **Süsswasserflora von Mitteleuropa, Bd. 2/4. Bacillariophyceae, 4 Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu *Navicula (lineolatae)*, und *Gomphonema*.** 1 vol. 437 p.

Dans ce volume sont étudiés les genres *Achnanthes* (99 espèces) et *Cocconeis* (7 espèces). L'illustration est très abondante: 48 planches sur *Achnanthes* et 9 pl. sur *Cocconeis*. On y trouve aussi des compléments sur les *Navicula lineolatae* (Pl. 59 à 73) et sur *Gomphonema* (Pl. 74 à 88). Un bibliographie très complète: p. 100 à 248) termine cet ouvrage indispensable aux Diatomistes.

P. Bourrelly

STRAUB F., 1990 - **Hauterive-Champréveyres, 4. Diatomées et reconstitution des environnements préhistoriques.** Sainte Blaise, Edition du Ruau, Archéologie neuchâteloise, 10, 96 p + 24 pl.

Etude systématique et écologique des peuplements fossiles de 274 taxons de Diatomées du lac de Neufchâtel (Suisse), environ 14000 ans avant J.C. L'analyse de ces populations permet de reconstituer l'histoire du lac et de son peuplement: succession des biotopes et progression de l'eutrophie. Pour chaque Diatomée l'auteur précise la distribution et l'autoécologie. De nombreuses figures (dessins et photos) sont groupées en 24 planches.

Un travail intéressant et fort bien présenté, accompagné d'un glossaire qui facilite la lecture des non spécialistes.

ALLES E., NORPEL-SCHEMPP M. et LANGE-BERTALOT H., 1991 - **Zur Systematik und Ökologie charakteristicher *Eunotia* -Arten (Bacillariophyceae) in elektrolytarmen Bachoberläufen.** *Nova Hedwigia* 53 (1-2): 171-213.

Les auteurs étudient systématique et écologie du genre *Eunotia*. Ils décrivent 13 taxons et présentent 2 sp. nov., 1 var. nov. et 2 comb. nov. Ils reconnaissent 4 groupes écologiques d'après la chimie de l'eau.

Une excellente iconographie (microphotos) complète cette mise au point écologique et systématique.

CONFORTI V., 1991 - **Taxonomic study of the Euglenophyta of ■ highly polluted river of Argentina.** *Nova Hedwigia* 53 (1-2): 73-98.

L'auteur étudie les Euglénophytes de la rivière Matanza, rivière fortement polluée par des déchets urbains. Elle signale 57 taxons et décrit des taxons nouveaux appartenant aux genres *Lepocinclis* (3 taxons), *Phacus* (15 taxons). De plus de nombreux taxons sont signalés pour la première fois en Argentine. Quelques renseignements écologiques et biogéographiques complètent cet important travail systématique illustré par 6 planches de figures.

GRAMBAST-FESSARD N. et GUERLESQUIN M., 1991 - **Charophytes actuelles et fossiles.** *Bull. Soc. Bot. France*, 138: 1-99.

Ce volume présente les communications du Colloque de Montpellier (4 au 8 juillet 1989). La systématique, l'écologie, la phylogénie, la cytotaxinomie de ces algues font l'objet de 17 articles.

VYVERMAN W., 1991 - **Diatoms from Papua New-Guinea.** Bibliotheca Diatomologica 22, 223 p. + 208 pl.

L'auteur signale 430 taxons de Diatomées dont 3 sp. nov. de *Cymbella*, 1 sp. nov. de *Nitzschia*, 1 *Pinnularia*, 1 *Rhopalodia*, 1 *Surirella*, 1 var. nov. de *Stenopteribia cuspidata* et un gen. nov. *Nupela* voisin de *Brachysira (Anomoeoneis)*. L'ouvrage est illustré de 208 planches dont 78 de dessins, les autres étant des microphotos.

Cette iconographie particulièrement soignée fait de cet ouvrage un volume indispensable à tous les diatomistes.

INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

CRYPTOGAMIE, Algologie publie les résultats des recherches scientifiques en systématique, biologie et écologie des algues. La revue accepte les articles rédigés en français, anglais, allemand, espagnol et italien.

TEXTE. - Les manuscrits doivent être fournis en double exemplaire, dactylographiés à double interligne, sans rature ni surcharge, sans mots coupés et avec des marges de 4cm de chaque côté. Chaque manuscrit devra comporter:

- le titre de l'article, dans la langue du manuscrit, et sa traduction en anglais;
- le titre courant (haut-de-page) de 50 signes au maximum;
- les noms, prénoms et adresses des auteurs;
- deux résumés, l'un dans la langue du manuscrit, l'autre en français ou en anglais, d'environ 180 mots ou 15 lignes, faisant ressortir les résultats essentiels exposés dans l'article;
- des mots-clés qui seront sélectionnés par le Comité de Lecture;
- des légendes explicites des figures, planches et tableaux dans la langue du manuscrit et en anglais (ou français).

La présentation du texte devra faire apparaître clairement ses subdivisions et leur hiérarchie, ainsi que le début des paragraphes. Les notes infrapaginales seront numérotées et placées à la fin du texte.

RÉFÉRENCES. - La liste bibliographique devra se faire par ordre alphabétique des auteurs et chronologique par auteurs sans tenir compte des auteurs secondaires. Les titres des périodiques devront être abrégés suivant le B-P-H (Botanico-Periodicum-Huntianum, Pittsburg: Hunt Botanical Library, 1968), les ouvrages cités selon F.A. Stafleu & R.S. Cowan, 1976- ... Taxonomic literature. Ed. 2. Utrecht Antwerpen: Bohn, Scheltema & Holkema. Les références devront être présentées selon les modèles suivants:

ABDEL RAHMAN M.H., 1983 - *Recherches sur la reproduction des Acrochaetiales (Rhodophycées).* Thèse Doctorat d'Etat, Paris VI, 391 p.

CHADEFAUD M., 1960 - *Les végétaux vasculaires. Cryptogamie. In* CHADEFAUD M. & EMBERGER L., *Traité de Botanique systématique.* Paris, Masson, Vol. I, xv + 1018 p.

FELDMANN J., 1952 - Les cycles de reproduction des Algues et leurs rapports avec la phylogénie. *Rev. Cytol. Biol. Vég.* 13: 1-49.

WEST J.A. & HOMMERSAND M.H., 1981 - Rhodophyta: life histories. *In* LOBBAN C.S. & WYNNE M.J. (Eds.), *The Biology of Seaweeds.* Botanical Monographs Vol. 17, Oxford, Blackwell Sci. Publ., pp. 133-193.

Les renvois à la liste bibliographique se feront par le nom de l'auteur et l'année de publication (utiliser "*et al.*" lorsque l'article est signé par plus de deux auteurs) et non par des renvois numériques.

ILLUSTRATIONS. - Toutes les illustrations, y compris les tableaux, doivent être des originaux de qualité suffisante pour la reproduction directe en offset. Elles devront comporter les échelles (les grandissements x ... sont prohibés), les symboles nécessaires à leur compréhension, et être numérotées dans l'ordre d'appel dans le texte. Les tableaux devront être dactylographiés clairement, sans rature ni surcharge, en s'assurant de la qualité de la frappe. Les documents photographiques doivent être montés par planches. Les dimensions des originaux ne devront pas excéder le triple de celle de leur reproduction définitive (justification de la revue: 11,5 x 17,5cm) et les auteurs choisiront l'épaisseur des traits et la taille des caractères en fonction de la réduction éventuelle.

La publication de planches en couleurs est à la charge des auteurs.

Pour diminuer les délais de parution, envoyez à la rédaction la version finale de votre article, enregistrée sur disquette en "format texte". Cette disquette devra être utilisable sous DOS (IBM) ou MacIntosh.

Tirages à part: limités à 150, dont 25 gratuits.

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

CRYPTOGAMIE, Algologie publishes the results of scientific research in systematics, biology and ecology of algae. The journal accepts manuscripts written in French, English, German, Spanish, and Italian.

TEXT. - Two copies of the manuscripts, typed in double-spacing on one side paper with margins of 4cm, should be sent to the Redaction. Each typescript should include:

- the title, in the language of the manuscript, and its translation in English;
- the running title, of no more than 50 letters;
- the name and first name(s) of each author, and their complete address;
- two summaries, the first in the text language, the other in French or in English, of no more than 180 words or 15 lines, pointing out the main results of the paper;
- key words, chosen by the Review Comittee;
- legends of text-figures, plates and tables should be self-explanatory, and listed together; written in the text language, and in English or in French.

The presentation of the text should point out very clearly its subdivisions and their hierarchy, as well as the beginning of each paragraph. The foot-notes should be numbered and collected at the end.

REFERENCES. - The references should be listed at the end of the text, arranged alphabetically and chronologically according to the first author. The titles of the journals should be abbreviated according to B-P-H (Botanico-Periodicum-Huntianum, Pittsburgh: Hunt Botanical Library, 1968), the books, cited according to F.A. Stafleu & R.S. Cowan, 1976- Taxonomic literature. Ed. 2. Utrecht-Antwerpen: Bohn, Scheltema & Holkema. In the list of the references, the following outline should be adopted:

ABDEL RAHMAN M.H., 1983 - *Recherches sur la reproduction des Acrochaetiales (Rhodophycées)*. Thèse Doctorat d'Etat, Paris VI, 391 p.

CHADEFAUD M., 1960 - *Les végétaux vasculaires. Cryptogamie. In* CHADEFAUD M. & EMBERGER L., *Traité de Botanique systématique*. Paris, Masson, Vol. I, xv + 1018 p.

FELDMANN J., 1952 - Les cycles de reproduction des Algues et leurs rapports avec la phylogénie. *Rev. Cytol. Biol. Vég.* 13: 1-49.

WEST J.A. & HOMMERSAND M.H., 1981 - Rhodophyta: life histories. *In* LOBBAN C.S. & WYNNE M.J. (Eds.), *The Biology of Seaweeds*. Botanical Monographs Vol. 17, Oxford, Blackwell Sci. Publ., pp. 133-193.

The corresponding references in the text should figure by the name of the author and the year of publication (use "et al.", for more than two authors). The numeric refer is prohibited.

ILLUSTRATIONS. - Each illustration, included tables, should be original ones, clearly drawn or typed, and of good quality, ready for direct reproduction by offset. They should include the scale bars, symbols necessary for their understanding, and they should be numbered consecutively, according to the order in the text. The photographs should be mounted on light carbocard, ready for reproduction. Originals should not be more than three times the size of the final reproduction (11.5x17.5cm). The authors should choose very carefully the corresponding thickness o. lines, or characters size.

The publication of color plates is at the charge of the authors.

For shortening the delays of the publication, the author can send to the Redaction, the corrected version of his manuscript, on diskette in "text format". That diskette should be used under DOS (IBM) or MacIntosh.

Separata: not more than 150, of which 25 free copies.

Commission paritaire 16-1-1986 - N° 60590 - Dépôt légal 1er trimestre 1992 - Imprimerie F. Paillart
Sortie des presses le 29 février 1992 - Imprimé en France
Éditeur : A.D.A.C. (Association des Amis des Cryptogames)
Président : R. Baudoin ; Secrétaire : D. Lamy
Trésorier : J. Dupont ; Directeur de la publication : H. Causse



CRYPTOGAMIE

LE PÉRIODIQUE FRANÇAIS CONSACRÉ A LA CRYPTOGAMIE

CRYPTOGAMIE est un périodique édité par l'A.D.A.C. (Association des Amis des Cryptogames), dont le siège est au Laboratoire de Cryptogamie du Muséum National d'Histoire Naturelle. Les chercheurs de tous pays y publient leurs travaux en français, allemand, anglais, espagnol et italien, après accord des Comités de Lecture constitués de spécialistes de réputation internationale.

CRYPTOGAMIE propose trois sections:

Cryptogamie, Algologie
Cryptogamie, Mycologie
Cryptogamie, Bryologie-Lichénologie

Chaque section publie 4 numéros par an (tirage: 450 exemplaires).

THE FRENCH JOURNAL DEVOTED TO CRYPTOGAMY

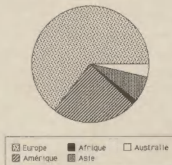
CRYPTOGAMIE is a periodical published by A.D.A.C. (Association des Amis des Cryptogames), settled at Laboratoire de Cryptogamie, Muséum National d'Histoire Naturelle. Research workers from the whole world publish their papers in French, German, English, Spanish and Italian, after acceptation by a selection commettee that comprises experts of international renown.

CRYPTOGAMIE offers to its subscribers three sections:

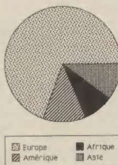
Cryptogamie, Algologie
Cryptogamie, Mycologie
Cryptogamie, Bryologie-Lichénologie

Each section publishes 4 numbers a year (printing: 450 ex.).

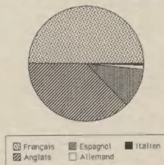
Diffusion de CRYPTOGAMIE



Origine des 453 articles publiés de 1986 à 1991



Répartition des articles publiés de 1986 à 1991 selon la langue



Source : MNHN, Paris

SOMMAIRE

Cryptogamie, Algologie, 13 (1): 1-78